

# النجاح في الفيزياء

للثانويه العامه والأزهريه





إعداد





د/ ناجح كامل

مستشار مادة الفيزياء

ا/ طارق يحيي

المعلم المثالي

الفصل 1

# التيار الكهربي
# و قانون أوم
# و قانونا كيرشوف









# مقدمه

## ابناؤنا طلاب وطالبات الثانوية

إن المرحلة المقبلة ترتكز على فهمك الجيد للموضوعات المقررة فى الكتاب المدرسى وبناءا عليه أعددنا لك هذا الكتاب مفسرين وموضحين و محللين . كل فقرة من فقرات الكتاب المدرسى المقرر دون زيادة أونقصان واضعين نصب اعيننا أن يكون هذا الكتاب لك المدرس والمدرب ولم نترك كلمة ولا معلومة وردت بالكتاب المدرسى إلا و وضحناها وزيلناها بالتدريبات والأمثلة المعتمدة والأفكار المتميزة.

ووضعنا نص الكتاب المدرسى بطبعته الأساسية حتى لاتذهب بعيدا بالشك وتتعب نفسك وترهق ذهنك بما هو ليس مطلوب منك فى هذه المرحلة وأعلم أن كل موضوعات الكتاب ماهى إلا مقدمة لما سوف تدرسه فى المرحلة الجامعية باستفاضة

## تنبيه هام جدااااا

1. عليك قرائه نص الكتاب المقرر اولا بعناية قبل الإنتقال إلى المناقشة أو الشرح .
2. تأكد أن امتحانك لن يخرج عن نص الكتاب المقرر ومحتواه العلمى .
3. كل ما أاشار إليه الكتاب المقرر فقط سوا بكلمة او إشارة أو رسم او تمرين انت مطالب بفهمه .
4. مالم يشير إليه الكتاب المقرر أنت غير مطالب به فلا تضيع وقتك وتصعب على نفسك المادة .
5. نحن نشرح لك ونوضح لك عنا صر كل درس ونقدم لك بعض التمارين الذهنية لنجعلك قادر على الإبداع وو ضع التسا ؤلات والتوقعات لنفسك
6. دراستك للفيزياء تحتاج منك ذهن صافى والوقوف على كل نقطة وتتبع الأسلوب العلمى فى التفكير أى ارجاع كل شئ الى مسبباته

فريق الإعداد

د/ ناجح كامل الزعيري

أ/ طارق يحيى




الفصل الاول

الدرس 1

التيار الكهربي و قانون أوم و قانونا كيرشوف

# الكميات الكهربية قانون اوم

## مقدمة:

مما سبق دراسته في السنوات السابقة نعلم الآتي:

١- التيار الكهربي هو فيض من الشحنات الكهربية خلال موصل.

٢- شدة التيار الكهربي تعطى بالعلاقة $I = \frac{Q}{t}$ ، حيث ان Q هي كمية الكهربية مقاسة بالكولوم وt هي الزمن بالثانية، و I هي شدة التيار، وتقاس بالأمبير = كولوم / ثانية.

$A = C/s$



أوم

٣- فرق الجهد بين نقطتين، $V=\frac{W}{Q}$
حيث ان W هو الشغل المبذول مقدرا بالجول، V هو فرق الجهد مقاسا بالفولت $V = J/C$

٤- القوة الدافعة الكهربية لمصدر، وهي الشغل الكلي اللازم لنقل وحدة الشحنات (الكولوم) خلال الدائرة (خارج وداخل المصدر) ولها نفس وحدة فرق الجهد (الفولت).



٥ - المقاومة (R) هي ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربي مقاسة بالأوم، وتعتمد عند ثبوت درجة الحرارة على كل من: طول الموصل - مساحة مقطعه - نوع مادته، وتعطى بالعلاقة $R = \rho_e \ell/A$ ، حيث $\ell$ طول الموصل

بالمتر و A مساحة مقطعه بالمتر المربع، و $\rho_e$ هى المقاومة النوعية وتقاس $\Omega m$

التوصيلية الكهربية لمادة (معامل التوصيل الكهربى لها) $\sigma$ هى مقلوب المقاومة

النوعية $\sigma = \frac{1}{\rho_e}$ وتقاس بوحدة $\Omega^{-1} m^{-1}$

٦ - قانون اوم Ohm's Law:

تتناسب شدة التيار المار فى الموصل تناسبا طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة الحرارة $V = IR$

٧- اصطلح أن يكون اتجاه التيار الكهربى من الطرف الموجب إلى الطرف السالب فى دائرة كهربية مغلقة خارج المصدر، ويسمى هذا الاتجاه التقليدى للتيار الكهربى.وهو عكس اتجاه حركة الالكترونات.

## مقدمه

كما درسنا الحركة فى الصف الاول الثانوى تعرفت على عناصر الحركة وهى ( الازاحة – السرعة – العجلة ) كذلك عندما نقوم بدراسة التيا رالكهربى إشارة مقدمة الكتاب الى العناصر التى تمكننا من هذه الدراسة وهى :
شدة التيار – فرق الجهد بين نقطتين – القوة الدافعة الكهربية لعمود- المقاومة والمقاومة النوعية – والتوصيلية الكهربية – قانون اوم .

## الشرح والتوضيح

1. التيار الكهربي يسري في الموصل من الطرف ذات الجهد العالي ( موجب) الي الطرف ذات الجهد المنخفض (سالب ) كما في حاله سريان الماء من مكان مرتفع طاقه وضعه اعلي (اي جهد عالي) الي مكان منخفض طاقه وضعه اقل (اي جهده منخفض)
2. المقاومه تعوق حركه الالكترونات وتفقدها جزء من طاقتها الحركيه متحوله الي حراره وتقلل من سرعتها وبالتالي من معدل انسيابها فتقل شده التيار وهي تصنع من مواد ذات مقاومه نوعيه عاليه مثل التنجستين
3. اتجاه حركه الشحنات الموجبه يكون في اتجاه المجال الكهربي والشحنات السالبه في اتجاه عكس اتجاه المجال الكهربي

❹ اذا تغيرت ابعاد السلك تتغير مقاومته ولا تتغير مقاومته النوعيه
❺ قانون اوم يستخدم علي اي جزء في الدائره ويستخدم في حل الدوائر البسيطه

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

(1) التيار الكهربي هو ................
(2) شده التيار الكهربي هو ...........
(3) العلاقه بين شده التيار المار في موصل وكميه الشحنه في زمن معين ..........
(4) وحده قياس شده التيار ........ويرمز اليها ........
(5) وحده قياس الشحنه .......ويرمز اليها .........
(6) فرق الجهد بين نقطتين هي .......و يرمز اليها ........
(7) وحده قياس الشغل (الطاقه )هي .......
(8) العلاقه بين فرق الجهد والشغل المبذول وكميه الشحنات ........
(9) ماهي وحده قياس فرق الجهد ...... وما الوحده المكافئه ....
(10) القوه الدفعه الكهربيه للبطاريه هي.......
(11) المقاومه الكهربيه هي....ما هو الموصل ....
(12) ما هي العوامل التي يتوقف عليها مقاومة موصل......

س : اكتب العلاقه الرياضيه التي يتعين بها مقاومة موصل بمعلومية ابعادة ومقاومتة النوعيه

$$R = \rho_e \frac{\ell}{A}$$

" حيث الثابت $\rho_e$ في المعادله يرمز للمقاومه النوعيه "

(1) ماهي وحده قياس $\rho_e$ ......
(2) ما هي التوصليه الكهربيه.......
(3) ما هي العلاقه بين التوصليه الكهربيه والمقاومه النوعيه للماده.....
(4) ما هي وحده قياس التوصيليه الكهربيه.......
(5) ما هي العوامل التي يتوقف عليها كل من التوصيليه الكهربيه و المقاومه النوعيه....
(6) اذكر قانون اوم.......
(7) ما هي الصيغه الرياضيه لقانون اوم .....
(8) ما المقصود بالاتجاه التقليدي لتيار الكهربي.....
(9) ما المقصود بالاتجاه الالكتروني لتيار الكهربي ......

# العلاقات الرياضية

لحساب شدة التيار المار في دائرة كهربية :

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N e}{t}$$

لحساب فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل كهربي

$$V = \frac{W}{Q} = I R$$

لحساب مقاومة سلك :

$$R = \rho_e \frac{L}{A}$$

لحساب المقاومة النوعية لمادة سلك :

$$\rho_e = R \frac{A}{L}$$

لحساب التوصيلية الكهربية لمادة سلك :

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{L}{R A}$$

:






# تدريبات

1 اذا كانت كميه الكهربيه التي تسري خلال مقطع من موصل 3c خلال دقيقه تكون شده التيار

(0.05 mA – 5 A – 0.5A)

2 الامبير يكافئ

( c/v – c/s – J/c – c/Ω )

3 اذا كان فرق الجهد بين نقطتين 5 فولت هذا يعني ان الشغل اللازم لنقل وحده الشحنات هو

( 0.5J – 5J – 10J – 1J)

4 الفولت يكافئ

(J / Ω - C J - J/c - A. Ω)

5 اذا كان الشغل المبذول لنقل وحده الشحنات خارج المصدر في الدائره الخارجيه 5J والشغل المبذول لنقل وحده الشحنات داخل نفس البطاريه 1J تكون القوه الدافعه للبطاريه

( 6 V - 4 V - 1V - 5V )

التوصليه الكهربيه تعتمد علي كل مما ياتي ماعدا

1 - المقاومه النوعيه للموصل
2- نوع ماده الموصل
3- درجه حرارة الموصل
4- ابعاد الموصل

يكون اتجاه التيار الكهربي المار في موصل

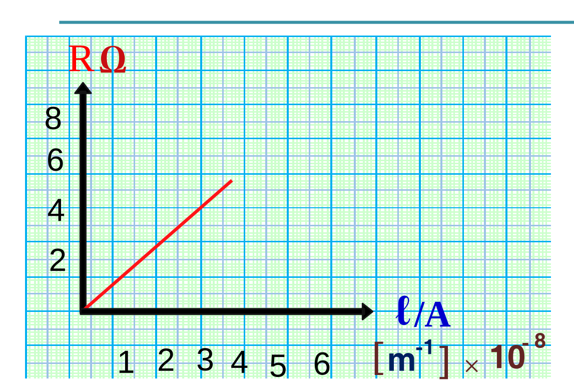
( عكس اتجاه المجال الكهربي داخله - في اتجاه المجال الكهربي داخله - في اتجاه حركه الالكترونات - غير ذلك )

التوصليه الكهربيه تعتمد علي كل مما ياتي ماعدا

( المقاومه النوعيه للموصل - نوع ماده الموصل - درجه حرارة الموصل - ابعاد الموصل )

وحده قياس التوصليه الكهربيه هي

( $\Omega m$ - $\Omega m^{-1}$ - $m/\Omega$ - $\Omega/m$ )




في الشكل البياني

احسب :

a) التوصليه الكهربيه لماده السلك

b) مقاومه سلك طوله 2 m ومساحه مقطعه $0.002\ m^2$

موصل طوله 0.5m ومساحه مقطعه $0.002\ m^2$ ، ومقاومته $1\Omega$

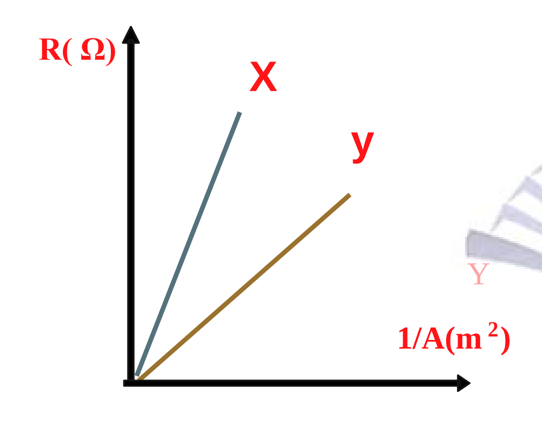
تكون توصليته الكهربيه..........

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين المقاومة ومقلوب مساحة المقطع لسلكين لهما نفس الطول من مادتين مختلفتين

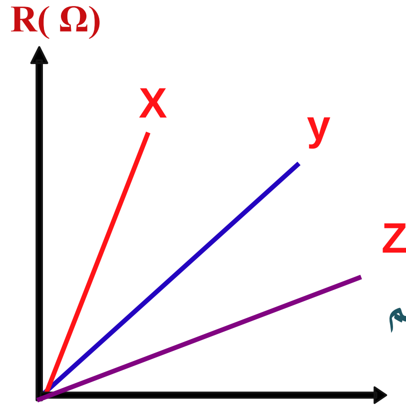
أ) أي المادتين لها مقاومة نوعية أقل؟ ولماذا؟

ب) احسب النسبة بين مقاومتي السلكين إذا علمت أن نصف قطر السلك Y ضعف نصف قطر السلك X

ج) أي المادتين لها توصيلية كهربية أقل؟ ولماذا؟




في الشكل البياني




ثلاثه اسلاك متساويه في مساحه مقطع

١- رتب الاسلاك الثلاثة تنازليا من حيث قيمة المقاومة .

٢- رتب الأسلاك الثلاثة تصاعديا حسب التوصيلية الكهربية لهم

بوكليت دور أول ٢٠١٩

ماذا يحدث لكل من التوصيلية الكهربية والمقاومة الأومية لسلك معدني عندما يقل طوله للنصف وتزداد مساحة مقطعه للضعف؟

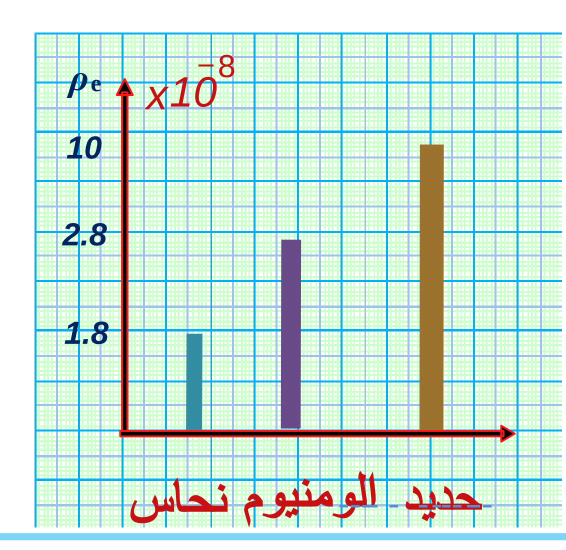





في الشكل البياني

1. يكون طول سلك الالومنيوم الذي مقاومته تساوي مقاومه سلك طوله 1m من النحاس هو................

2. طول سلك الحديد الذي مقاومته تساوي مقاومه سلك طوله 1m من النحاس مع ثبوت مساحه المقطع هو................




سلك من سلوك الضغط العالي لنقل الطاقه الكهربيه يتكون من الالومنيوم وبداخله سلك رفيع من الصلب اذا كانت مساحه مقطعه $1\ cm^2$ يمثل قطع الصلب منه 10% احسب مقاومه المتر الواحد منه علما بان المقامه النوعيه للالومنيوم $2.8x10^{-8}$ وللصلب $10x10^{-8}$

اذا استبدل سلك في دائره كهربيه مقاومته $2\Omega$ باخر ضعف طوله فما هي مساحه مقطعه بحيث تبقي مقاومته $2\Omega$

صنع طالب مقاومة من سلك ذي طول معين ، ثم صنع مقاومة أخرى باستخدام سلك من نفس المادة وكان قطره يساوي نصف قطر السلك الأول وطوله ضعف طول السلك الأول

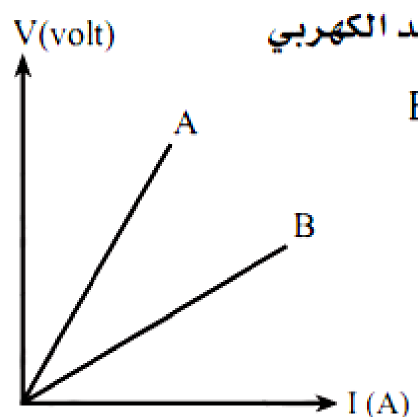
احسب النسبة بين مقاومة السلك الثاني إلى مقاومة السلك الأول

جـ :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(\rho e)\ \ell 2 .\ r_1^2}{(\rho e)\ell 1 .\ r_2^2} = \frac{2L\times(2r)^2}{L\times r^2} = 8$$

سلك من النحاس طوله 30m ومساحة مقطعه $2\times10^{-6}\ m^2$ وفرق الجهد بين طرفيه 5 فولت احسب شدة التيار الكهربي ، علما بأن المقاومة النوعية للنحاس $1.79\times 10^{-8}\ \Omega.m$

**نماذج تدريبية ٢٠١٩ النموذج الثاني**




يمثل الشكل المقابل العلاقة بين فرق الجهد الكهربي

وشدة التيار المار في سلكين معدنيين A ، B

من نفس المادة ولهما نفس الطول.

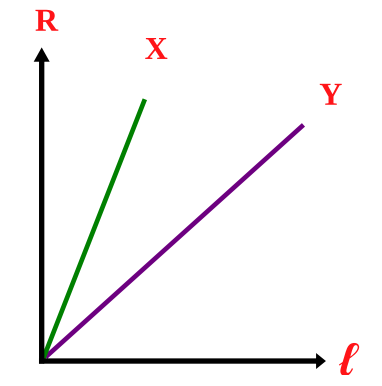
أي من السلكين يكون :

(١) أكبر مقاومة؟

(٢) أكبر مساحة مقطع؟



**بوكليت دور أول ٢٠١٩**




يبين الشكل البياني تغير مقاومة سلكين (X) ، (Y)

من نفس المادة مع تغير طول كل منهما ($\ell$)

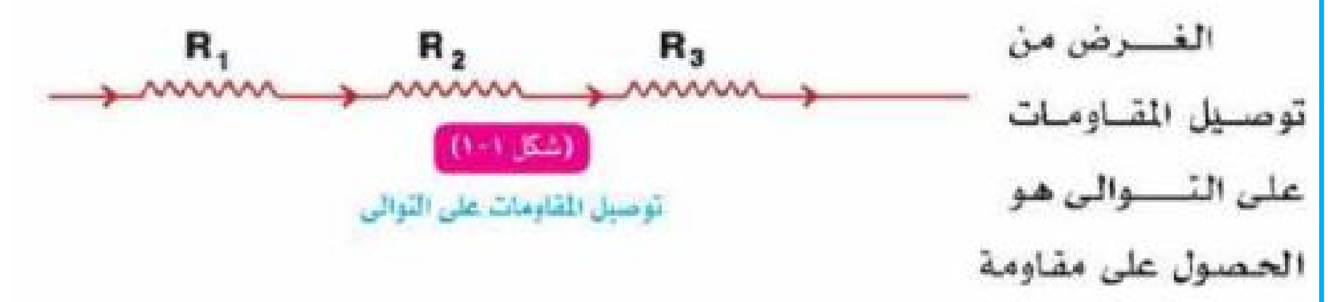
أي السلكين أكثر سمكا ؟ علل اجابتك؟






# توصيل المقاومات

## أولاً: توصيل المقاومات على التوالي:

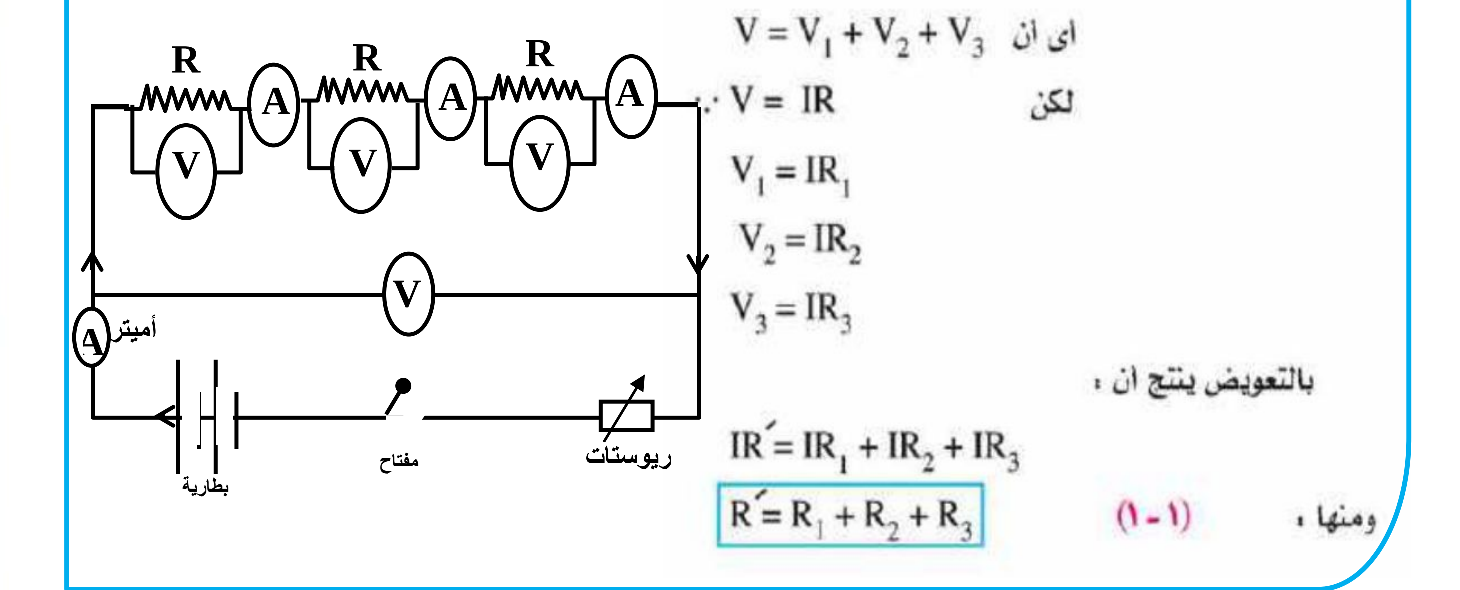



(شكل ١-١)

توصيل المقاومات على التوالي

الغرض من توصيل المقاومات على التوالي هو الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة من المقاومات . حيث توصل هذه المجموعة بالكيفية المبينة فى (الشكل ١-١) لتكون بمثابة ممر متصل للتيار الكهربى.

لايجاد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المتصلة على التوالى، تدمج المجموعة فى دائرة كهربية تشمل بطارية وأميتر وريوستات ومفتاح موصلة جميعها على التوالى كما فى (الشكل ١-٢). وبغلق الدائرة الكهربية وتعديل مقاومة الريوستات، يمكن إمرار تيار كهربى مناسب شدته I أمبير. وعندئذ يقاس فرق الجهد بين طرفى المقاومة $R_1$، وليكن $V_1$ ، وفرق الجهد بين طرفى المقاومة $R_2$ وليكن $V_2$، وفرق الجهد بين طرفى المقاومة $R_3$ وليكن $V_3$ ، ثم يقاس فرق الجهد الكلى بين طرفى المجموعة وليكن V. ونلاحظ انه




اى ان $V = V_1 + V_2 + V_3$

لكن $\therefore V = IR$

$V_1 = IR_1$

$V_2 = IR_2$

$V_3 = IR_3$

بالتعويض ينتج أن :

$IR' = IR_1 + IR_2 + IR_3$

ومنها :

$$R' = R_1 + R_2 + R_3 \quad (١-١)$$

المقاومة المكافئة $R'$ لمجموعة من المقاومات المتصلة على التوالى تساوى مجموع هذه المقاومات.

يلاحظ أن المقاومة الكبيرة هى التي تحدد المقاومة الكلية في حالة التوصيل علي التوالي.

وعندما تكون المقاومات المكونة للمجموعة المتصلة على التوالى متساوية، وقيمة كل منها R وعددها N يكون ،

$$R' = NR \qquad (٢-١)$$

مما سبق نرى انه إذا اردنا الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة من المقاومات الصغيرة توصل هذه المجموعة معا على التوالي.

**ملاحظات**

- أ) شدة التيار متساوية في جميع المقاومات
- ب) فرق الجهد يختلف بين طرفي كل مقاومة.
- ج) المقاومة المكافئة لعدة مقاومات على التوالي اكبر من اكبر مقاومة .

## الشرح والمناقشه

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

1. ما الغرض من توصيل المقاومات علي التوالي.......
   او ما ناتج توصيل عده مقاومات علي التوالي.......
2. هل تتغير شده التيار في كل مقاومه ام تصبح قيمته ثابته......
   وهل يتغير فرق الجهد بين طرفي كل مقاومه ؟
3. اذا كانت المقاومات مختلفه القيمه ماذا يساوي فرق الجهد الكلي في هذه الحاله؟
4. استنتج بدون رسم العلاقه المستخدمه لحساب المقاومه المكافئه لثلاث مقاومات متصله علي التوالي
5. ما قيمه المقاومه المكافئه لعدد N من المقاومات متصله علي توالي ؟




في حالة التوصيل على التوازي تكون المقاومة المكافئة أقل من أقل مقاومة بحيث يمر الجزء الأكبر من التيار في المقاومة الأصغر.

تشبه هذه الظاهرة سريان الماء في الأنابيب ، فالانبوبة الأصغر هي التي تحدد تدفق الماء في حالة التوصيل على التوالي (الأنبوبة الاضيق اكبر في المقاومة) . أما في حالة التوصيل على التوازي فإن الأنبوبة الاوسع (الأقل في المقاومة) هي التي يسري فيها الجزء الاكبر من تيار الماء.

يلاحظ أن،

$$I = \frac{V}{R'} \ , \ I_1 = \frac{V}{R_1} \ , \ I_2 = \frac{V}{R_2} \ , \ I_3 = \frac{V}{R_3}$$

حيث $R'$ هي المقاومة المكافئة وان $V$ هي فرق الجهد علي المقاومات المتصلة على التوازي . ولأن التيار الكلي $I$ هو مجموع التيارات $I_1 + I_2 + I_3$ إذا

ومنها ،

$$\frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad (٣-١)$$

أي أن ، مقلوب المقاومة المكافئة $R'$ لمجموعة من المقاومات متصلة على التوازي يساوي مجموع مقلوبات المقاومات.

وفي حالة مقاومتين متصلتين على التوازي تكون المقاومة المكافئه $R'$

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \qquad (٤-١)$$

وعندما تكون المقاومات المكونة للمجموعة المتصلة على التوازى متساوية وقيمة كل منها R وعددها N يكون :

image object

$$\frac{1}{R'} = \frac{R}{r}$$

$$R' = \frac{R}{N} \qquad (٥-١)$$

ولذلك إذا أردنا الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة توصل هذه المجموعة من المقاومات على التوازى.

## الشرح والمناقشه

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

1. ما الغرض من توصيل المقاومات علي التوالي.......
1. ما الغرض من توصيل المقاومات علي التوازي.......
2. هل تتغير شده التيار المار فيها اذا كانت مختلفه القيمه؟
   جـ : نعم التيار يتوزع حسب قيم المقاومات
3. يلاحظ ان أصغر مقاومه يمر بها اكبر جزء من التيار
4. قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازي تكون أصغر من قيمة أي مقاومة منها
5. لحساب شدة التيار I المار في كل مقاومة من مجموعة مقاومات متصلة على التوازي :

$$\text{شدة تيار الفرع} \quad I = \frac{V \ \text{فرق الجهد الكلى}}{R \ \text{مقاومة الفرع}}$$

6. عند اتصال مقاومتين على التوازي فإن الجزء الأكبر من التيار يمر في المقاومة الأصغر
7. في حالة اتصال المقاومات على التوازي تزداد القدرة المسحوبة من المصدر لصغر المقاومة الكلية وبالتالي **تزيد قيمة شدة التيار المسحوب**

### ملاحظه هامه

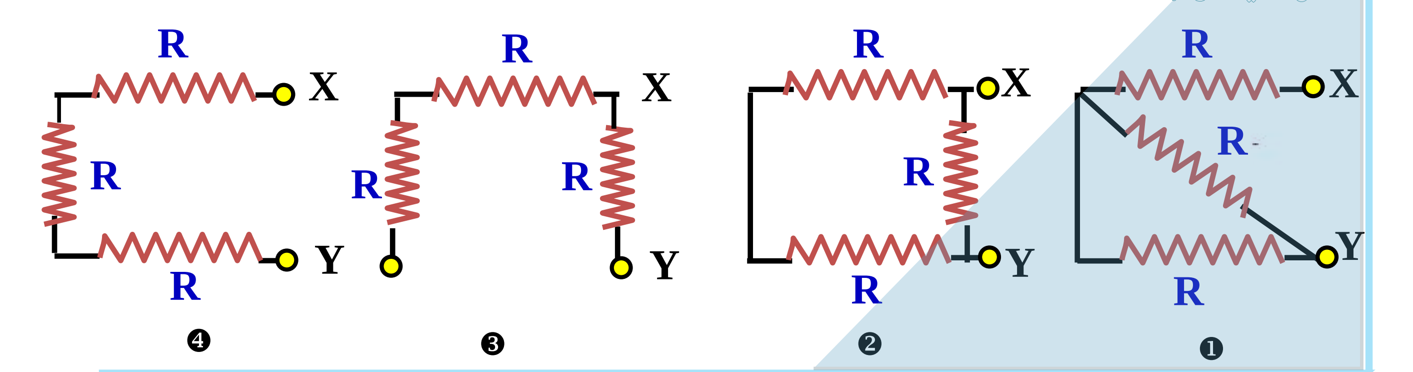
لاحظ انه في حاله توصيل المقاومات علي التوازي يكون فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعه هو نفسه فرق الجهد بين طرفي كل مقاومه اما شده التيار الكلي المار في الدائره يساوي مجموع التيارات في كل مقاومه ويكون مقلوب المقاومه المكافئه يساوي مجموع مقلوبات المقاومات




# تدريبات

بوكليت دور أول ٢٠١٨

ثلاث مقاومات مقدار كل منها R أي من هذه الاشكال التالية تكون فيه المقاومة بين النقطتين X,Y أقل ما يمكن ؟




بوكليت دور أول ٢٠١٧

المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متساوية عددها (n) ومقاومة كل منها ( R ) متصلة على التوالي تساوي:

❶ nR
❷ $n^2R$
❸ n/R
❹ R/n

دور ثان ٢٠١٧

ثلاث مقاومات $(R_1, R_2, R_3)$ متصلة معا على التوازي.

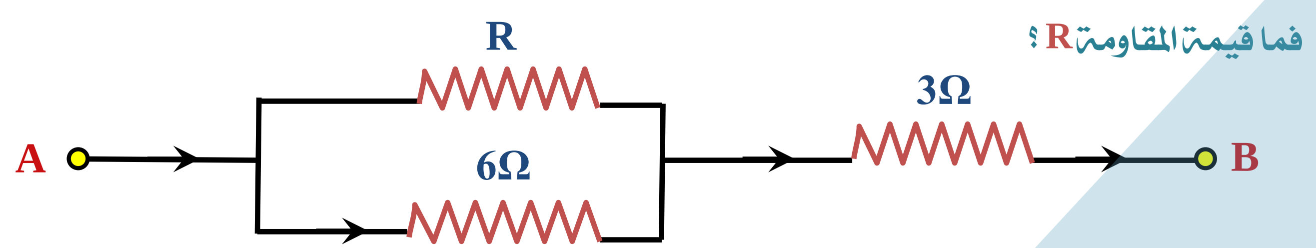
أثبت (بدون رسم) انه يمكن تعيين المقاومة المكافئة لها من العلاقة

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

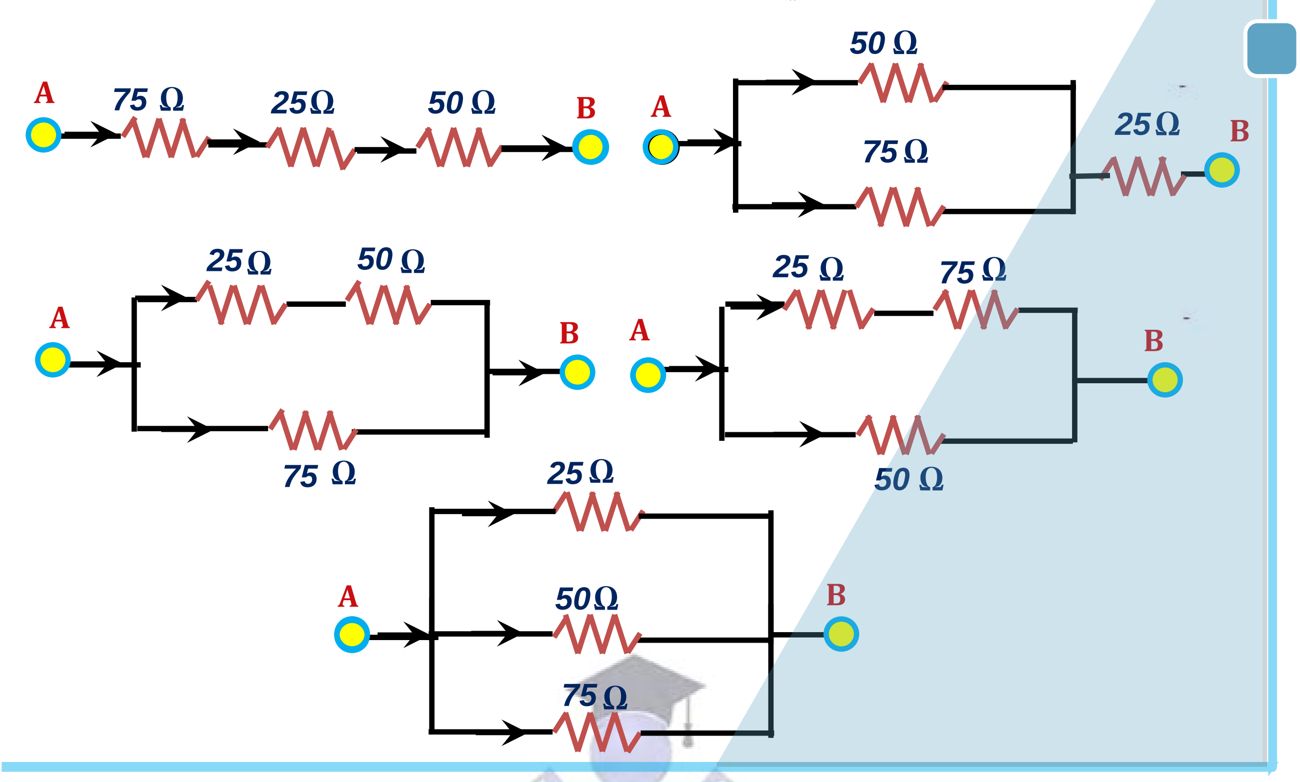
بوكليت دور أول ٢٠١٩

في الدائرة المبينة بالشكل ، إذا كانت المقاومة المكافئة للجزء AB=5Ω

فما قيمة المقاومة R ؟

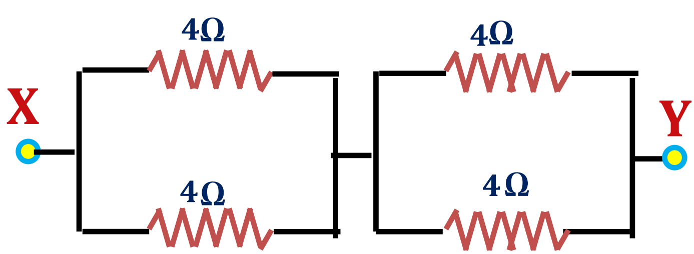


ثلاث مقاومات (25Ω - 50Ω - 75Ω) في دائره كهربيه اذا كانت
شده التيار المار فيها علي ترتيب ( 1A -1A-1A )
اي من الاشكال الاتيه يدل علي طريقه توصلها معا

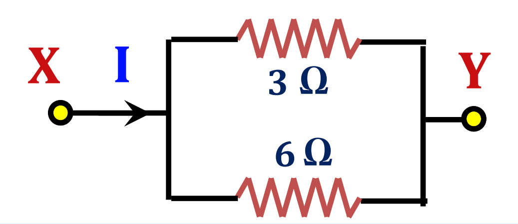



ثلاث مقاومات ( 3Ω -2Ω -1Ω ) قيس فرق الجهد بين طرفي كل منهاكان ( 2 - 5 - 5 ) فولت
وضح بالرسم طريقة توصلها معا

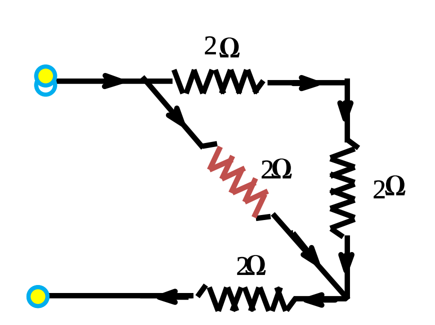
اوجد المقاومه المكافئه لمجموعه المقاومات التاليه

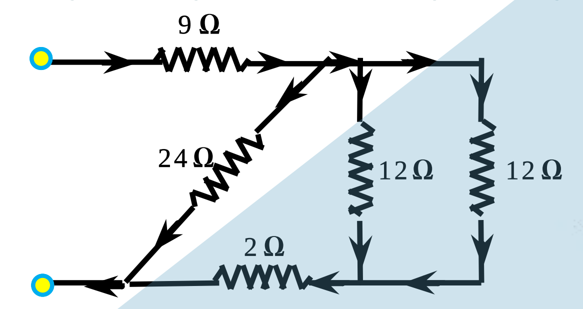



اذا كانت شده التيار المار في المقاومه 3 Ω تساوي 2 A
احسب قيمه I

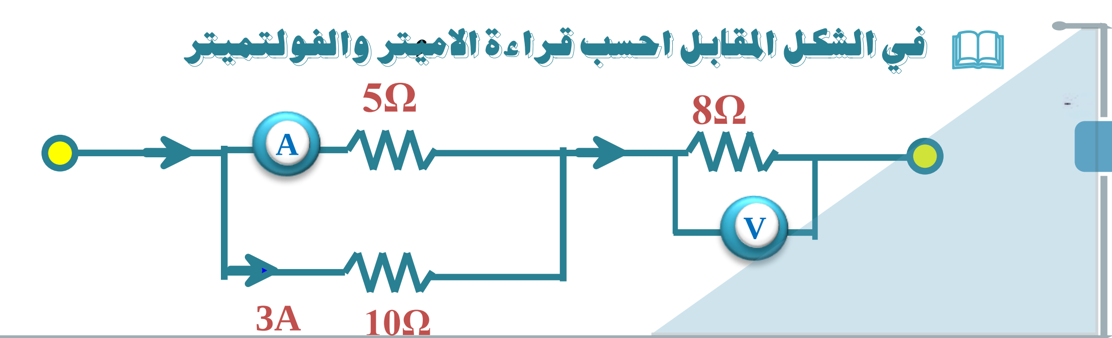


اوجد المقاومه المكافئه لمجموعه المقاومات التاليه



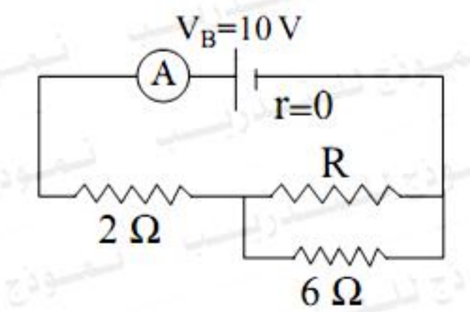

في الشكل المقابل احسب قراءة الاميتر والفولتميتر




نماذج تدريبية ٢٠١٩

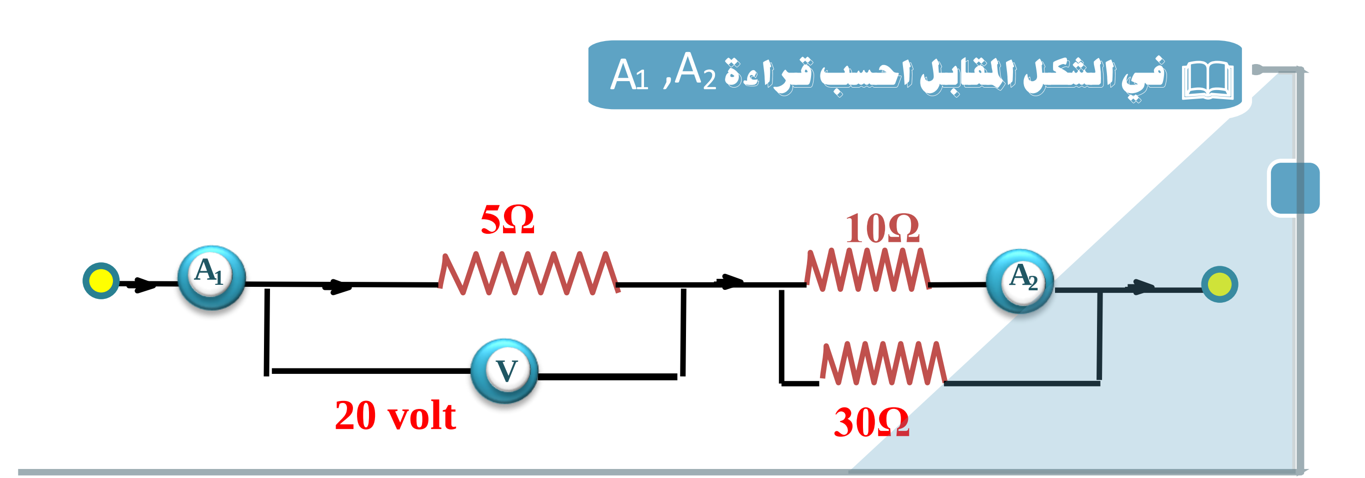
اختر الإجابة الصحيحة :

(أ) في الدائرة المبينة بالشكل مقدار المقاومة R التي تجعل قراءة الأميتر 2A يساوي :




Ⓐ 2 Ω
Ⓑ 6 Ω
Ⓒ 8 Ω
Ⓓ 12 Ω

في الشكل المقابل احسب قراءة $A_1$ ,$A_2$



# قانون أوم للدائرة المغلقة




## قانون أوم للدائرة المغلقة :

نعلم أن القوة الدافعة الكهربية لعمود e.m.f هى الشغل الكلى المبذول خارج وداخل العمود لنقل كمية من الكهرباء قدرها كولوم واحد فى الدائرة الكهربية .

لذلك إذا رمزنا للقوة الدافعة الكهربية للعمود (البطارية) بالرمز $V_B$ ولشدة التيار الكلى فى الدائرة بالرمز $I$ وللمقاومة الخارجية بالرمز $\grave{R}$ وللمقاومة الداخلية للعمود بالرمز $r$ فإن :

$$V_B = I\grave{R} + Ir$$

$$V_B = I(\grave{R} + r)$$

ومنها

$$I = \frac{V_B}{\grave{R} + r} \qquad (١-٦)$$

وتعرف العلاقة السابقة باسم قانون أوم للدائرة المغلقة حيث تكون :-

شدة التيار الكهربى فى دائرة = القوة الدافعة الكهربية الكلية / المقاومة الكلية للدائرة

## الشرح والتوضيح

انت تعلم ان فرق الجهد بين اي نقطتين في دائره كهربيه او بين طرفي موصل او مقاومه يقدر بالشغل المبذول لنقل وحده الشحنات الكهربيه بين طرفيه.

- من قانون اوم اذا كانت شده التيار المار في هذا الموصل او المقاومه $I$ ومقاومته $R$ فان فرق الجهد

$$V = I.R$$

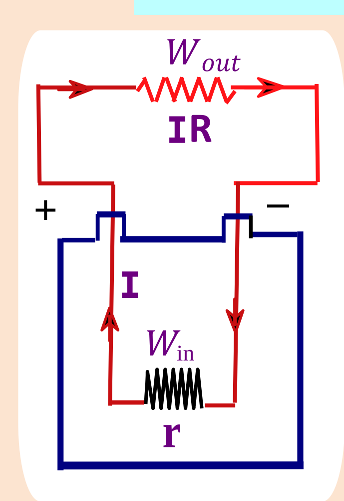
ويطبق هذا القانون علي اي جزء في الدائره الكهربيه

ومن تعريف **القوه الدافعه لعمود كهربي :**

هي الشغل الكلي المبذول لنقل وحده الشحنات الكهربيه (الكولوم) بين طرفيها خارج العمود خلال الدائره الخارجيه ( وداخل العمود )خلال ألبطاريه

وباستخدام قانون اوم السابق بدل من قيم الشغل يكون

( القوة الدافعة الكهربية $V_B$ = فرق الجهد الخارجي $V_{out}$ + فرق الجهد الداخلي $V_{in}$)




$$W_{كلي} = W_{in} + W_{out}$$

$$I_B V_B = I_{in} V_{in} + I_{out} V_{out}$$

وبما أن التيار ثابت فيكون ( القوة الدافعة الكهربية )

$V_B$ = $V_{in}$ فرق الجهد الداخلي + $V_{out}$ فرق الجهد الخارجي

$$V_B = V_{out} + V_{in}$$

$$= I R + I r$$

$$= I ( R + r )$$

$$I_T = \frac{V_B}{R_T + r}$$

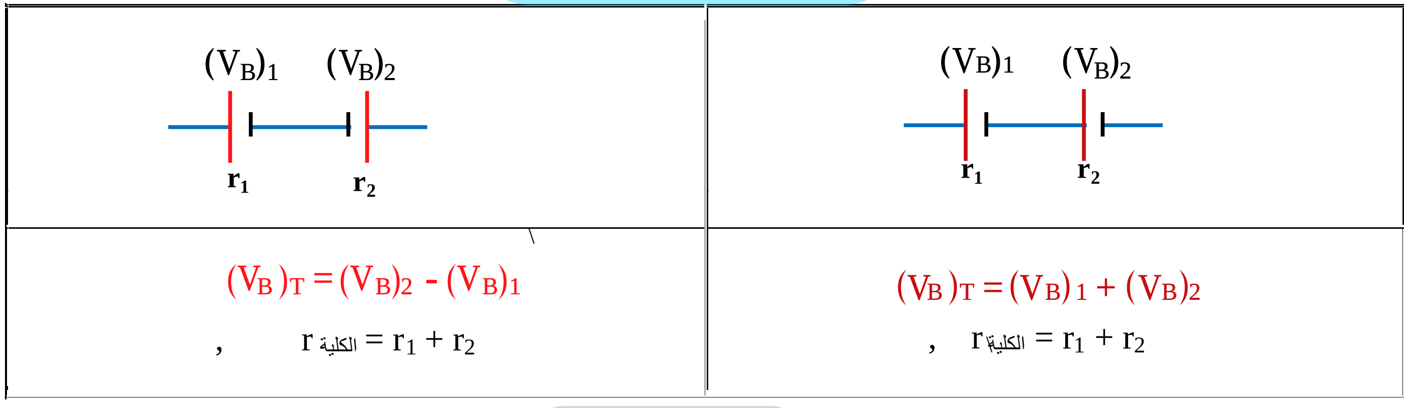
قانون أوم في الدائرة المغلقة

حيث r المقاومة الداخلية للعمود

R المقاومه الخارجيه ( محصله المقاومات الخارجيه للدائره )

1. شدة التيار الكهربي المارة في الدائرة المغلقة تساوي القوة الدافعة الكهربية الكلية مقسومة على المقاومة الكلية في الدائرة و المقاومة الداخلية للعمود
2. تسمي $V_B$ القوه الدفعه الكهربيه الكليه بمعني لو كان هناك اكثر من عمود كهربي تاخذ القوه الدفعه الكهربيه المكافئه

## توصيل الأعمدة الكهربية



| $(V_B)_1$ $(V_B)_2$ — $r_1$ $r_2$ | $(V_B)_1$ $(V_B)_2$ — $r_1$ $r_2$ |
|---|---|
| $(V_B)_T = (V_B)_2 - (V_B)_1$ , $r_{الكلية} = r_1 + r_2$ | $(V_B)_T = (V_B)_1 + (V_B)_2$ , $r_{الكلية} = r_1 + r_2$ |

## تدريبات

1. اذكر القانون الذي يربط بين الكميات الاتيه $V_B$ و R و I
2. اذكر القانون الذي يربط بين الكميات الاتيه V و R و I




## العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لعمود وفرق الجهد بين طرفيه

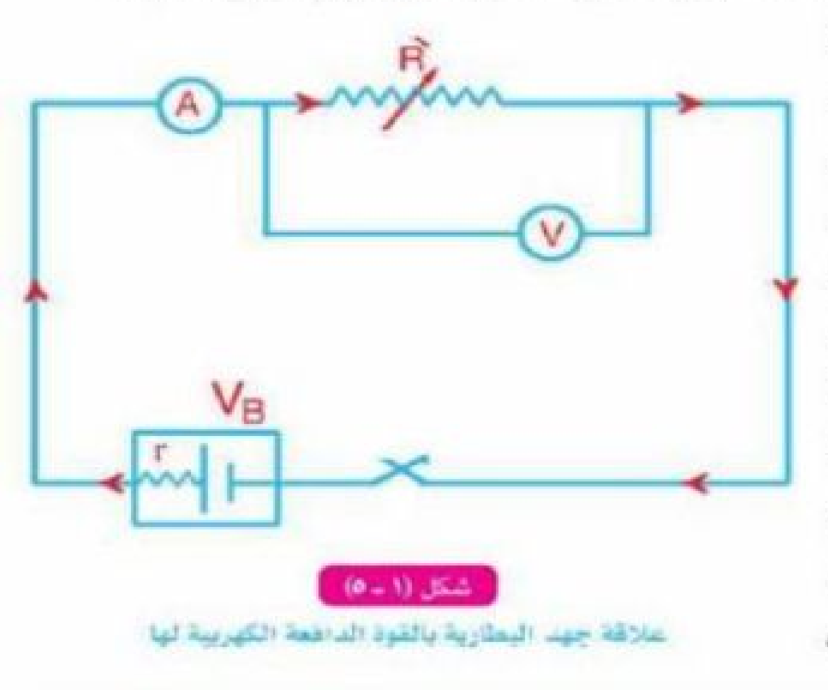
### العلاقة بين القوة الدافعة الكهربية لعمود وفرق الجهد بين قطبيه :

من شكل (١ـ٥) نجد أن:

$$V = V_B - Ir$$

ومن العلاقة الأخيرة تتبين أنه مع إنقاص شدة التيار تدريجيا فى الدائرة الموضحة فى الشكل (١ ـ ٥) بزيادة المقاومة الخارجية $R'$ يزداد فرق الجهد بين قطبى العمود.

وعندما تصبح شدة التيار صغيرة جداً الى حد يمكن معه إهمال الحد الثانى من الطرف الأيمن فى المعادلة السابقة، يصبح فرق الجهد بين قطبى العمود مساويا تقريبا للقوة الدافعة الكهربية له اى ان ، القوة الدافعة الكهربية لعمود ، هى فرق الجهد بين قطبيه فى حالة عدم مرور تيار كهربى فى دائرته.




شكل (١ ـ ٥)

علاقة جهد البطارية بالقوة الدافعة الكهربية لها

## الشرح والتوضيح

نلاحظ في الدائرة السابقة شكل ( ١-٥ ) بزياده قيمه المقاومه المتغيره $R'$ في الدائره تزداد قيمه المقا ومه الخارجيه وتقل شده التيار في هذه الحاله الزياده في قيمه المقاومه الخارجيه اكبر بكثيرمن النقص في شده التيار فتزداد قراءه الفولتميتر حتي تصبح مساويه للقوه الدفعه الكهربيه للعمود الكهربي في الدائره

اذا بزياده $R'$ تزداد $V$ حتي تصبح مساويه للقوة الدافعة الكهربية

اذا ما هي العلاقه بين القوه الدافعه للعمود وفرق الجهد بين طرفيه $V$ ؟

هي ان

القوه الدافعه الكهربيه تساوي فرق الجهد بين طرفيها عند نقص التيار في الدائره الخارجيه الي الصفر تقريبا بزياده قيمه المقاومه المتغيره الي مالا نهايه او بفتح الدائره



نستنتج مما سبق الاتي :

1. القوه الدفعه الكهربيه للبطاريه هي قراءة الفولتميتر عند توصيله بطرفيها مباشرة بعيدا عن الدائره او وهي خارج الدائره
2. او هي قراءة الفولتميتر عند توصيله بطرفيها مباشرة وهي في دائره مفتوحه
3. او هي قراءة الفولتميتر عند توصيله بطرفيها مباشره مع زياده المقاومه الخارجيه بحيث ينعدم التيار
4. او هي قراءه الفولتميترعند توصيله بطرفيها مباشره وهي في دائره مغلقه لكن مقاومته الداخليه صفر

## امثلة محلولة

**امثلة :**

(١) وصلت المقاومات الثلاث $25\Omega$ و $70\Omega$ و $85\Omega$ على التوالى مع بطارية القوة الدافعة الكهربية لها $45V$ بإهمال المقاومة الداخلية للبطارية احسب :

(أ) شدة التيار الكهربى المار فى كل من المقاومات الثلاث.

(ب) فرق الجهد على كل مقاومة.

**الحل :**

تتعين المقاومة الكلية للدائرة من :

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 25 + 70 + 85 = 180\ \Omega$$

وتتعين شدة التيار الكلى فى الدائرة من قانون اوم للدائرة المغلقة

$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{45}{180} = 0.25\ A$$

ونظراً لأن المقاومات الثلاث موصلة على التوالى يكون التيار المار فيها ثابتا، أى أن شدة التيار المار فى كل مقاومة هو $0.25A$

فرق الجهد على المقاومة الأولى هو :

$$V_1 = IR_1 = 0.25 \times 25 = 6.25V$$

وفرق الجهد على المقاومة الثانية هو :

$$V_2 = IR_2 = 0.25 \times 70 = 17.5V$$

وفرق الجهد على المقاومة الثالثة هو :

$$V_3 = IR_3 = 0.25 \times 85 = 21.25V$$

(٢) إذا وصلت المقاومات الثلاث في المثال السابق على التوازي مع نفس المصدر فاحسب :

(أ) شدة التيار المار في كل مقاومة.

(ب) المقاومة الكلية.

(جـ) شدة التيار الكلى.

**الحـــل :**

نظرا لأن المقاومات الثلاث متصلة على التوازى، يكون فرق الجهد على كل مقاومة (مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية) هو 45V

وتتعين شدة التيار في كل مقاومة على حدة من :

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{45}{25} = 1.8 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{45}{70} = 0.643 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{45}{85} = 0.529 \text{ A}$$

وتتعين المقاومة الكلية من :

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{25} + \frac{1}{70} + \frac{1}{85}$$

$$R' = 15.14 \ \Omega$$

وتتعين شدة التيار الكلى من :

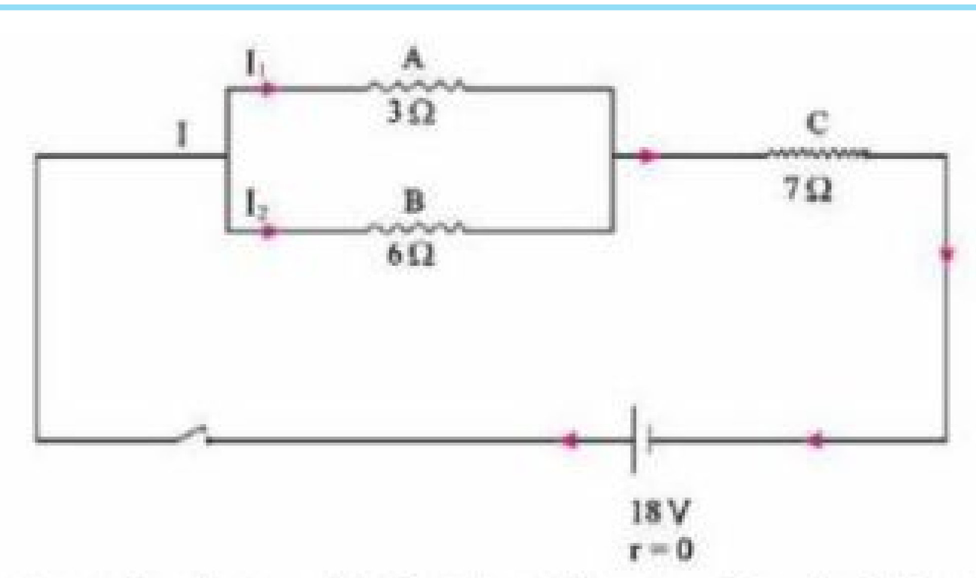
$$I = \frac{V}{R'} = \frac{45}{15.14} = 2.972 \text{ A}$$

اى أن شدة التيارالكلى تساوى 2.972 A

ويمكن حساب شدة التيار الكلى بجمع $I_1$ ، $I_2$ ، $I_3$ وعندئذ يكون :

$$I = 1.8 + 0.643 + 0.529 = 2.972 \text{ A}$$

وهى نفس النتيجة السابقة.




(٢) فى الشكل السابق وصلت المقاومتان B وA معا على التوازى ثم وصلت المجموعة على التوالى مع مقاومة ثالثة C وبطارية قوتها الدافعة الكهربية 18V . فإذا كانت المقاومات C، B، A هى 3Ω و 6Ω و 7Ω على الترتيب، فاحسب مع إهمال المقاومة الداخلية للبطارية :

أولا : المقاومة الكلية.

ثانيا : شدة التيار المار فى الدائرة.

ثالثا : شدة التيار المار فى كل من المقاومتين B و A

**الحل :**

نحسب المقاومة المكافئة للمقاومتين B و A المتصلتين على التوازى من العلاقة :

$$R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\ \Omega$$

ثم نحسب المقاومة المكافئة الكلية للمقاومات الثلاث من العلاقة :

$$R = R' + R_3 = 2 + 7 = 9\ \Omega$$

وتتعين شدة التيار الكلى من العلاقة :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{18}{9} = 2\ A$$

ولحساب شدة التيار فى كل من المقاومتين B و A نحسب أولا فرق الجهد بينهما من :

$$V' = IR' = 2 \times 2 = 4V$$

$$\therefore I_1 = \frac{V'}{R_1} = \frac{4}{3} = 1.333 \text{ A}$$

$$\therefore I_2 = \frac{V'}{R_2} = \frac{4}{6} = 0.667 \text{ A}$$

(٤) عمود كهربى قوته الدافعة الكهربية 2 V وصل فى دائرة كهربية. فإذا كانت المقاومة الداخلية له 0.1 Ω والمقاومة الخارجية 3.9 Ω فاحسب شدة التيار الكلى فى دائرته.

**الحـــل**

$$I = \frac{V_B}{R' + r} = \frac{2}{3.9 + 0.1} = 0.5 \text{ A}$$

K

$V_1$

$V_B = 12$ V

$r = 1 \Omega$

S

R

$V_2$

ماذا يحدث عند

زياده المقاومه المتغيره لقراءة الفولتميتر $V_1$ $V_2$

**جـ :**

بزياده المقاومه المتغيره S تزداد المقاومة الخارجيه

فيقل التيار المار في المقاومه R فتقل قراءه $V_2$

$$V_B = V_1 + I.r$$

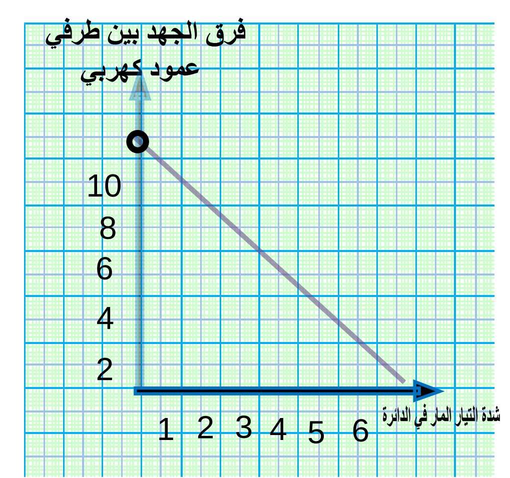
يقل المقدار Ir تدرجيا وبالتالي يزداد المقدار $V_1$ لان $V_B$ قيمه الثابت لا تتغير

معني ذلك ا ن تزداد $V_1$ وتصبح مساويه $V_B$

في حاله زيادة S مالانهايه

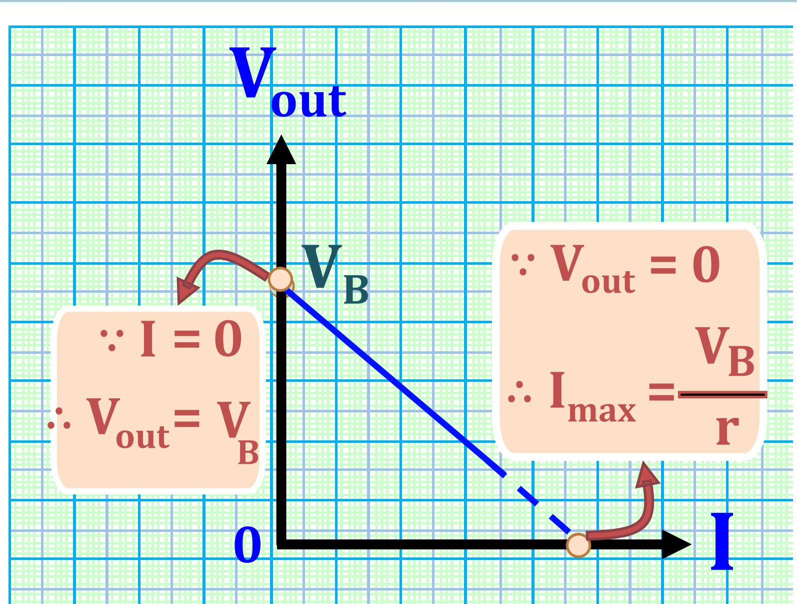
I ⟵ 0

نحصل علي الرسم البياني المقابل




س ما قيمه القوه الدافعه للبطاريه

ما قيمه المقاومه الداخليه لها

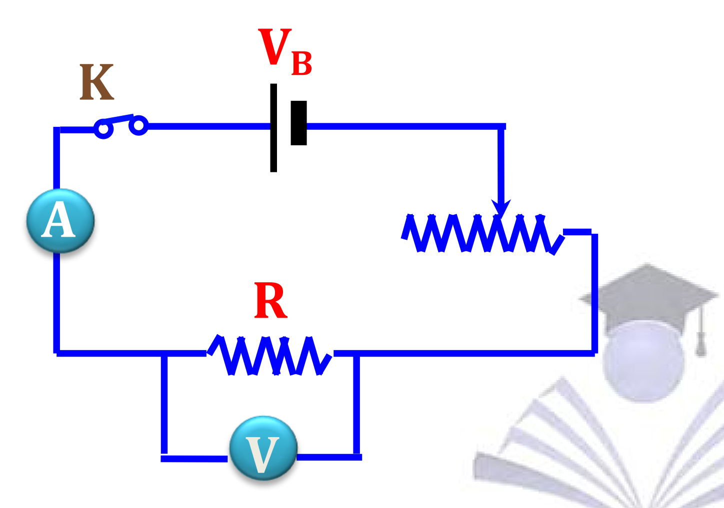



الحالة السابقة

تحقق قانون اوم للدائرة المغلقة الميل يساوي r

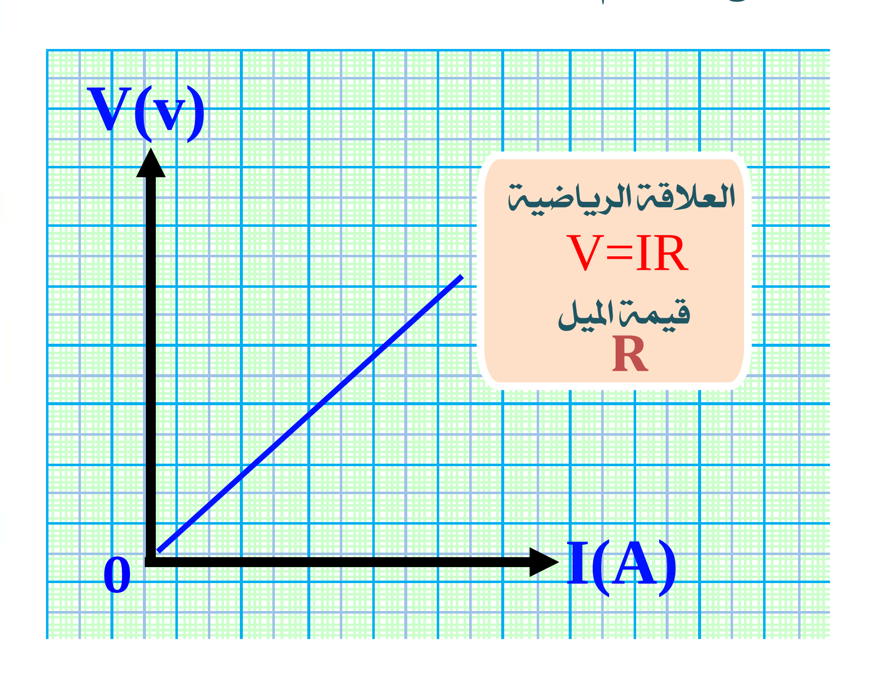
و الجزء المقطوع من محور $V_B$

يساوي القوة الدافعة الكهربية




في الدائرة المقابلة

تكون العلاقة البيانية كما بالشكل و هذا يحقق قانون أوم




فرق الجهد وشدة التيار علاقة طردية



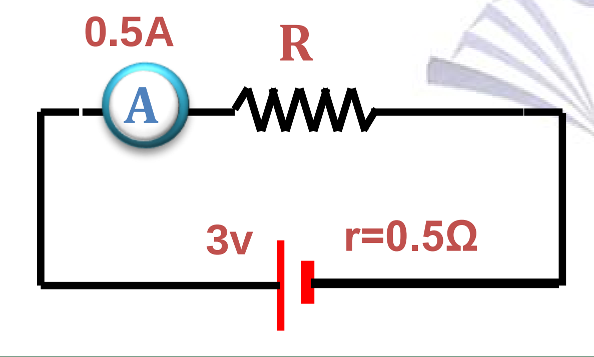
# تدريبات

اذا كانت المقاومه الداخليه للبطاريه 1Ω ووصل بين طرفيه فولتميتر كانت قرائته 10 فولت تكون القوه الدفعه الكهربيه له
(اقل من 10 فولت - اكبر من 10 فولت - مساويه 10 فولت – لا توجد اجابه صحيحه)

اذا كانت المقاومه الداخليه للبطاريه مهمله ووصل بين طرفيها فولتميتر كانت قرائته 10 فولت تكون القوه الدفعه للبطاريه ( اقل من 10 فولت- اكبر من 10 فولت- مساويه 10فولت .لاتوجد اجابه صحيحه)

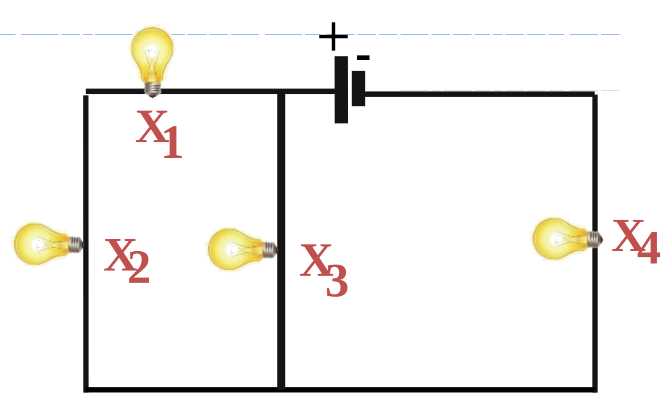
اذا وصلت بطاريه في دائره ووصل فولتميتر بين طرفيها تكون قراءة الفولتميتر مساويه للقوه الدافعه للبطاريه عندما
(تكون الدائره الخارجيه مفتوحه . المقاومه الخارجيه اكبر . تكون المقاومه الداخليه مهمله – جميع ما سبق)

في الشكل المجاور احسب قيمة ( R)




بوكليت دور أول ٢٠١٧

في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل جميع المصابيح مضيئة
إذا احترق المصباح $X_1$ فإن المصابيح التي تظل مضيئة :

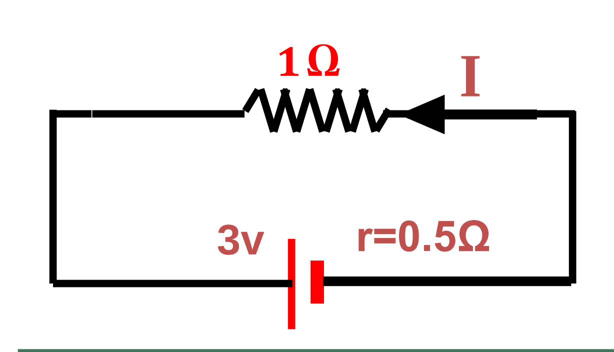



❶ $X_2$ و $X_3$
❷ $X_3$ و $X_4$
❸ $X_2$ و $X_4$
❹ $X_3$ و $X_4$ و $X_2$

في الشكل المجاور احسب قيمة

أ. شدة التيار ( I ).

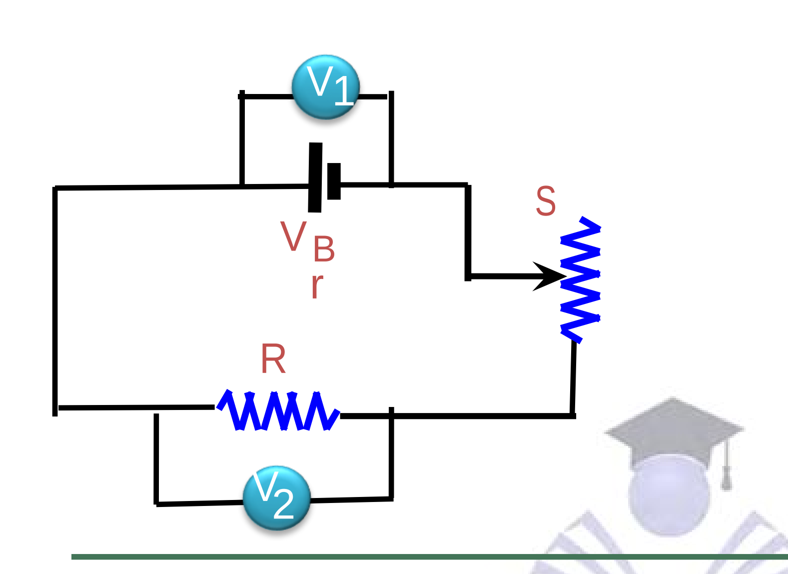
ب – فرق الجهد بين طرفي المقاومة $2\Omega$




بوكليت دور أول ٢٠١٨

علل:

في الدائرة المبينة بالشكل عند زيادة المقاومة المتغيرة S تزداد قراءة الفولتميتر $V_1$ و تقل قراءة الفولتميتر $V_2$

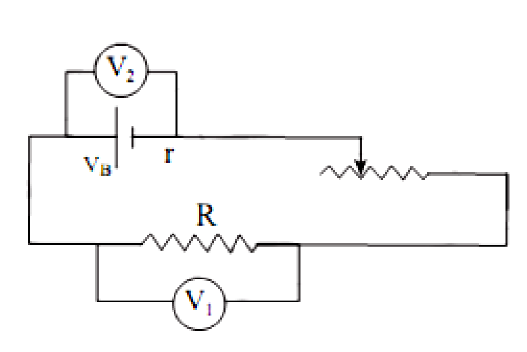



نماذج تدريبية ٢٠١٩

اختر الإجابة الصحيحة:

(أ) في الشكل المبين بالرسم عند زيادة المقاومة المأخوذة من الريوستات أي من الاختيارات الآتية يعبر عن تغير قراءة كل من $V_1$ ، $V_2$

| الاختيار | قراءة $V_1$ | قراءة $V_2$ |
|---|---|---|
| ① | تزداد | تزداد |
| ② | تقل | تزداد |
| ③ | تزداد | تقل |
| ④ | تقل | تقل |



# الدرس 5 قوانين كيرشوف

هناك دوائر كهربية معقدة لا يطبق عليها قانون أوم لذلك تخضع هذه الدوائر لقانونا كيرتشوف

القانون الأول : " قانون حفظ الشحنة الكهربية "

عرفنا أن التيار الكهربي في الموصلات المعدنية عبارة عن سيل من الالكترونات السالبة ( شحنات كهربية ) تنتقل من نقطة إلى أخرى ولا تتراكم الشحنة التي تنتقل عبر الموصل لذلك استنتج كيرتشوف القانون الأول الذي ينص على الاتى :

" مجموع التيارات الكهربية الداخلة عند نقطة (عقدة) في دائرة كهربية مغلقة يساوى مجموع التيارات الخارجة منها "

$$\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$$

كما بالشكل نجد أن :

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

المجموع الجبري للتيارات عند نقطة (عقدة) في دائرة مغلقة يساوى صفر ويكتب $\Sigma I = 0$

مثال : احسب مقدار واتجاه شدة التيار I الموضح في الشكل

الحل :

حسب قانون كيرتشوف الأول

شدات التيارات الداخلة عند النقطة = شدات التيارات الخارجة منها

$$4 + 5 + 2 = 8 + I$$

منها يكون $I = 3\ A$ وإتجاهه خارج من النقطة

القانون الثاني : " قانون حفظ الطاقة "

القوة الدافعة الكهربية لدائرة كهربية مغلقة تعبر عن الشغل أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربية عبر الدائرة كلها مرة واحدة

وفرق الجهد الكهربي $V = I.R$

يعبر عن الشغل المبذول لتحريك الشحنات الكهربية عبر جزء من الدائرة ويعبر عن ذلك بقانون كيرتشوف الثاني الذي ينص على :

" المجموع الجبري للقوى المحركة الكهربائية في دائرة مغلقة يساوى المجموع الجبري لفروق الجهد في الدائرة "

وتكتب الصيغة الرياضية $\Sigma V_B = \Sigma I . R$

ويراعى عند حل مسائل الدوائر الكهربية باستخدام قانونا كيرتشوف الاتى :

١ – يفرض اتجاهات للتيارات فى الأفرع وهى اتجاهات ليست أكيدة، وبعد الحل إذا كان قيمة شدة التيار موجبة يكون فرض اتجاه التيار صحيح، وإذا كانت شدة التيار سالبة يكون اتجاه التيار فى الفرع عكس الاتجاه المفروض.

٢ – يفرض فى كل مسار (دائرة) مغلق اتجاه معين ويعتبر موجباً. ويكون عكسة اتجاه سالب.

٣ – يطبق قانون كيرتشوف الثانى على أكثر من مسار مغلق. فإذا وافق اتجاه التيار المفروض يعتبر التيار موجباً والمخالف يكون سالباً.

٤ – اتجاه القوة الدافعة داخل البطارية من القطب السالب إلى الموجب. إذا وافق الاتجاه المفروض يكون موجباً وعكسه يكون سالباً.

## الشرح والتوضيح

ما سبق ذكره من دوائر كهربيه تسمي دوائر كهربيه بسيطه تحتوي علي بطاريه واحده او محصلة مجموعه بطاريات ويستخدم في حلها ايجاد قيمه التيار وفروق الجهد والمقاومات فيها ( قانون اوم وقانون اوم للدائره المغلقه ) وكان الشغل المبذول لتحريك وحده الشحنات الكهربيه عبر الدائره كلها يساوي القوه الدافعه للبطاريه

وهناك دوائر كهربيه معقده بيها اكثر من بطاريه لا تحل بقانون اوم ويطبق عليها قانونا كيرشوف

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

يسمي القانون الاول لكيرشوف قانون حفظ الشحنه (لماذا)

جـ : لان عدد الالكترونات الداخلة الي نقطة معينة يساوي عدد الالكترونات الخارجة من نفس النقطة

القانون الثاني : " قانون حفظ الطاقة "

القوة الدافعة الكهربية لدائرة كهربية مغلقة تعبر عن الشغل أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربية عبر الدائرة كلها مرة واحدة

وفرق الجهد الكهربي $V = I.R$

يعبر عن الشغل المبذول لتحريك الشحنات الكهربية عبر جزء من الدائرة ويعبر عن ذلك بقانون كيرتشوف الثاني الذي ينص على :

" المجموع الجبري للقوى المحركة الكهربائية في دائرة مغلقة يساوي المجموع الجبري لفروق الجهد في الدائرة "

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

يسمي القانون التاني بقانون حفظ الطاقه (لماذا)

**جـ :لان المجموع الجبري للقوه الدفعه الكهربيه المحركه في دائره كهربيه مغلقه يساوي المجموع الجبري لفروق الجهد عبر اي جزء فيها او الشغل الكلي المبذول لتحريك الشحنات الكهربيه عبر الدائره الكهربيه كلها مره واحده يساوي المجموع الجبري للشغل المبذول لتحريك هذا الشحنات عبر كل جزء فيها**

وتكتب الصيغة الرياضية $\Sigma V_B = \Sigma I . R$

ويراعى عند حل مسائل الدوائر الكهربية باستخدام قانونا كيرتشوف الاتي :

١ – يفرض اتجاهات للتيارات فى الأفرع وهى اتجاهات ليست أكيدة، وبعد الحل إذا كان قيمة شدة التيار موجبة يكون فرض اتجاه التيار صحيح، وإذا كانت شدة التيار سالبة يكون اتجاه التيار فى الفرع عكس الاتجاه المفروض .

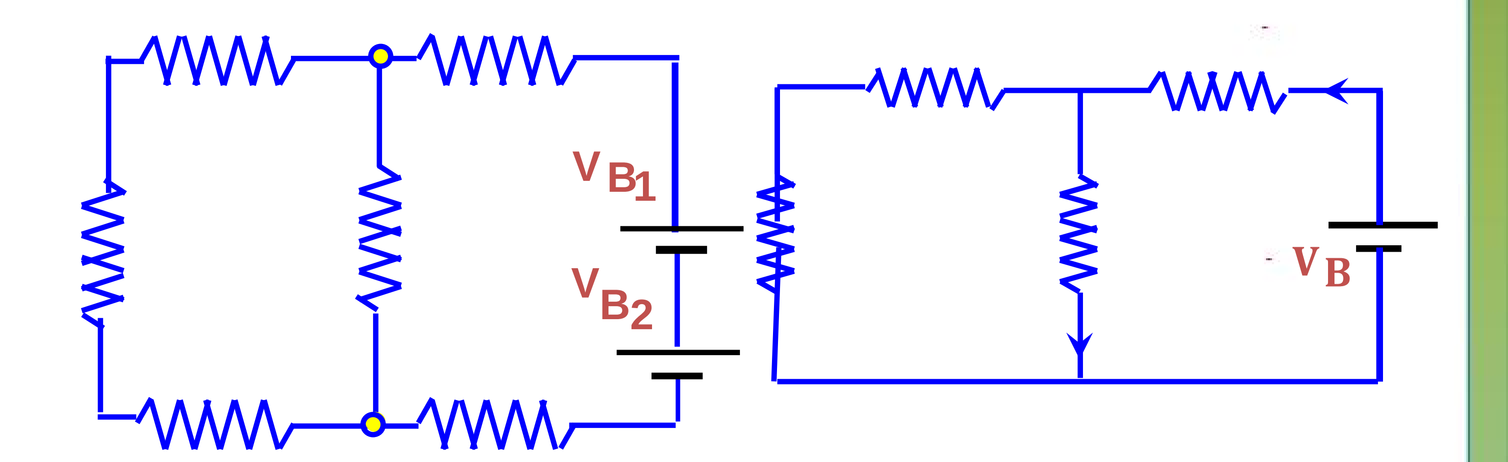
٢ – يفرض فى كل مسار (دائـرة) مغلق اتجـاه معين ويعتبر موجباً. ويكون عكسة اتجاه سالب.

٣ – يطبق قانون كيرتشوف الثانى على أكثر من مسار مغلق. فإذا وافق اتجاه التيار المفروض يعتبر التيار موجباً والمخالف يكون سالباً .

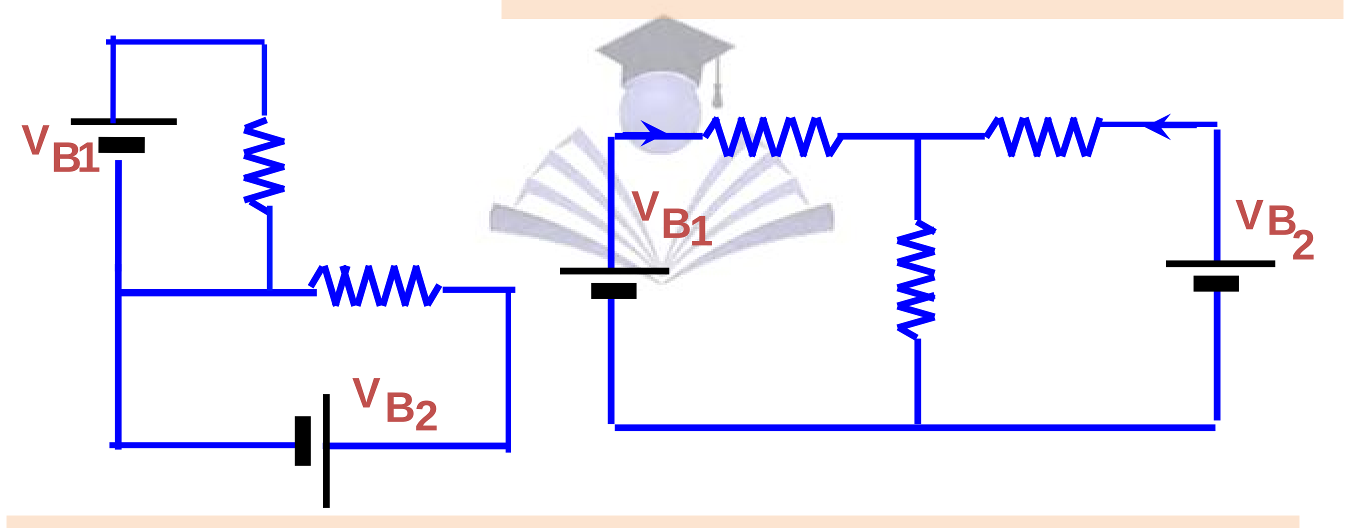
٤ – اتجاه القوة الدافعة داخل البطارية من القطب السالب إلى الموجب. إذا وافق الاتجاه المفروض يكون موجباً وعكسه يكون سالباً .

# توضيح

امثلة لدوائر كهربيه بسيطه تحل بقانون اوم بعد اختصار المقاومات والقوه الدافعه الكهربيه




امثله لدوائر كهربيه معقده لا تحل الا بقانونا كيرشوف




انظر الامثله المحلوله الاتيه لتوضيح كيفيه تطبيق قانونا كيرشوف لحل هذه الدوائر المعقده امثله الكتاب

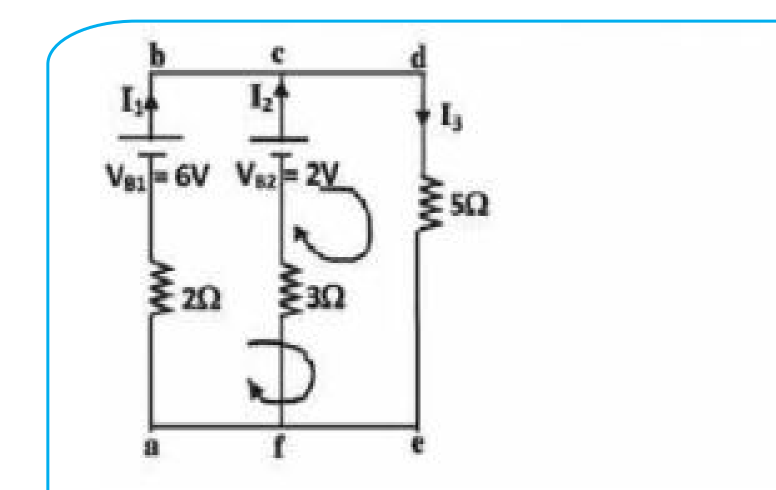
أمثلة على قانوني كيرشوف

مثال ١ : في الدائرة الموضحة بالشكل احسب

١- شدات التيارات في كل فرع

٢- فرق الجهد بين نقطتي a,b

الحل :



نفرض اتجاه التيارات كما هو موضح في الدائرة

نطبق قانون كيرتشوف الأول عند نقطة ( c )

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \rightarrow \quad (1)$$

نأخذ المسار المغلق ( الدائرة ) abdea

ونطبق القانون الثاني $\Sigma V_B = \Sigma I.R$

$$6 = 2\,I_1 + 5\,I_3 = 2\,I_1 + 5\,(I_1 + I_2)$$

$$6 = 7\,I_1 + 5\,I_2 \rightarrow (2)$$

نأخذ المسار المغلق ( الدائرة ) cdefc ونطبق القانون الثاني

$$2 = 3\,I_2 + 5\,(I_3) = 3\,I_2 + 5\,(I_1 + I_2)$$

$$2 = 5\,I_1 + 8\,I_2 \quad \rightarrow \quad (3)$$

من (2) ، (3) نوجد معامل احد المجهولين بضرب المعادلة (2) x 5 ، والمعادلة (3) x 7

$$30 = 35\,I_1 + 25\,I_2$$

$$14 = 35\,I_1 + 56\,I_2$$

بالطرح

$$16 = -31\,I_2$$

$$\therefore I_2 = -0.516\text{ A}$$

الإشارة السالبة تعنى أن الاتجاه الصحيح للتيار $I_2$ عكس الاتجاه المفترض في الشكل

بالتعويض في المعادلة ( 3 )

$$2 = 5\,I_1 + 8 \times (-0.516)$$

$$\therefore I_1 = 1.226\text{ A}$$

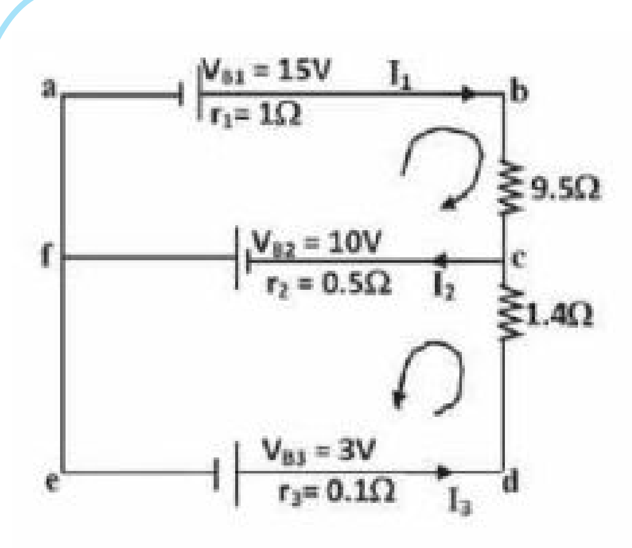
الإشارة الموجبة تعنى الاتجاه المفروض صحيح

وبالتعويض في المعادلة ( 1 ) يحسب $I_3 = 0.71\text{ A}$

حساب فرق الجهد بين نقطتي ab

$$V = VB - IR$$

$$= 6 - 1.226 \times 2 = 3.55\text{ V}$$




مثال٢ : في الدائرة الموضحة بالشكل

احسب قيم شدات التيارات $I_3$ ، $I_2$ ، $I_1$

الحل :

نطبق قانون كيرتشوف الأول عند نقطة (c)

$$I_1 + I_3 = I_2 \qquad \rightarrow \qquad (1)$$

نطبق قانون كيرتشوف الثاني في الدائرة المغلقة abcfa

$$\Sigma V_B = \Sigma I.R$$

$$15+10= (1+9.5)\, I_1+0.5\, I_2$$ بالضرب في (2)

$$50=21\, I_1 + I_2 \qquad \rightarrow \qquad (2)$$

نطبق قانون كيرتشوف الثاني في الدائرة المغلقة fedef

$$3 + 10 = 0.5\, I_2 + (0.1 + 1.4)\, I_3$$ بالضرب في (2)

$$26 = I_2 + 3\, I_3 \qquad \rightarrow \qquad (3)$$

من المعادلة (1) والمعادلة (2)

$$50 = 21\,(I_2 - I_3) + I_2 = 22\, I_2 - 21\, I_3 \qquad \rightarrow \qquad (4)$$

من المعادلة (4) والمعادلة (3) بضرب المعادلة (3) x 7 وجمعها مع المعادلة 4

$$182 = 7\, I_2 + 21\, I_3$$

$$50 = 22\, I_2 - 21\, I_3$$

بالجمع

$$232 = 29\, I_2 \qquad \therefore I_2 = 8\ A$$

بالتعويض في المعادلة (2)

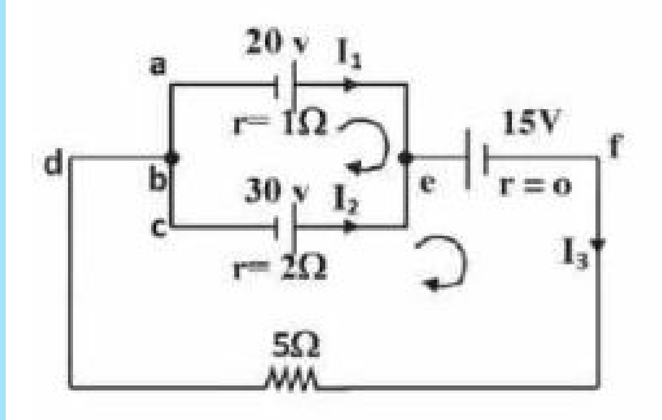


$$50 = 21\ I_1 + 8$$

$$\therefore I_1 = 2\ A$$

وبالتعويض في المعادلة ( 1 ) نحسب $I_3 = 6\ A$

نلاحظ أن الاتجاهات المفروضة كانت صحيحة




مثال ٣ : في الدائرة الموضحة بالشكل احسب :

١- شدة التيار المار في كل بطارية

٢- فرق الجهد بين قطبي كل بطارية

٣- فرق الجهد عبر المقاومة 5 Ω

## الحل

نفرض اتجاه التيارات كما بالشكل

نطبق قانون كيرتشوف الأول عند نقطة (e)

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \rightarrow \quad (1)$$

نطبق قانون كيرتشوف الثاني في المسار المغلق (aecba )

$$20 - 30 = I_1 \times 1 - I_2 \times 2$$

$$-10 = I_1 - 2\ I_2 \quad \rightarrow \quad (2)$$

نطبق قانون كيرتشوف الثاني في المسار المغلق (aefdba )

$$20 - 15 = I_1 \times 1 + I_3 \times 5$$

$$5 = I_1 + 5\ (I_1 + I_2)$$

$$5 = 6\ I_1 + 5\ I_2 \quad \rightarrow \quad (3)$$

بحل المعادلتين 2، 3 بضرب المعادلة (2) x 5 والمعادلة (3) x 2 ثم الجمع

$$-50 = 5\ I_1 - 10\ I_2$$

$$10 = 12\ I_1 + 10\ I_2$$

بالجمع $-40 = 17\ I_1$

$\therefore I_1 = -2.35\ A$

ويكون اتجاه $I_1$ عكس ما هو مفروض اى البطارية 20 V في حالة شحن

بالتعويض (2) نجد أن $\qquad I_2 = 3.82\ A$

اى البطارية 30 V فى حالة تفريغ

والتيار I3 $\qquad I_3 = 1.46$

حساب فرق الجهد للبطارية 20 V، $\qquad V_1 = 20 + 2.35 \times 1 = 22.35\ V$

حساب فرق الجهد للبطارية 30 V، $\qquad V_2 = 30 - 3.82 \times 2 = 22.35\ V$

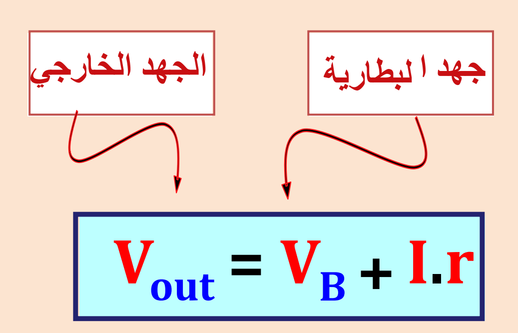
حساب فرق الجهد للبطارية 15V. $\qquad V_3 = 15\ V$

$V_R = 5 \times 1.46 = 7.3\ V$

## توضيح للمثال رقم ٣ بالكتاب المدرسي :

**س : متي تكون البطاريه في الدائره في حاله شحن ومتي تكون في حاله تفريغ**

1. اذا كان التيار يدخل البطاريه من القطب الموجب تكون في حاله شحن
2. اذا كان التيار يدخل البطاريه من القطب السالب تكون في حاله تفريغ او اذا كان فرق الجهد بين طرفيها اكبر من قوتها الدافعه الكهربيه تكون في حاله شحن وفرق الجهد بين طرفيها




$$V_{out} = V_B + I.r$$

وهي هذه الحاله يكون اتجاه التيار الاصلي للفرع الذي به البطاريه في اتجاه عكس اتجاه البطاريه

3. واذا كان فرق الجهد بين طرفيها اقل من القوه الدفعه لها تكون في حاله تفريغ وفرق الجهد بين طرفيها

$$V_{out} = V_B - I.r$$

وفي هذه الحاله يكون اتجاه التيار الاصلي للفرع الذي به البطا ريه في نفس اتجاه تيار البطاريه

كما نلاحظ في حل الدوائر الكهربيه باستخدام قانونا كيرشوف ان كل تيار يخرج من اي بطاريه في الدائره يعود اليه بنفس قيمته كما رأينا في الامثله السابقه

## العلاقات الرياضية

❶ قانون كيرشوف الأول :



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$\Sigma I = 0$$

❷ قانون كيرشوف الثاني :

$$\Sigma V_B = \Sigma I.R$$

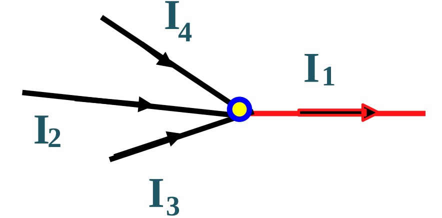
$$\Sigma V = 0$$



# تدريبات

## 1 أكمل الفراغات التالية

❶ ينص قانون حفظ الشحنة على أن : ( كمية الشحنة الكهربائية في دائرة كهربائية معزولة ................



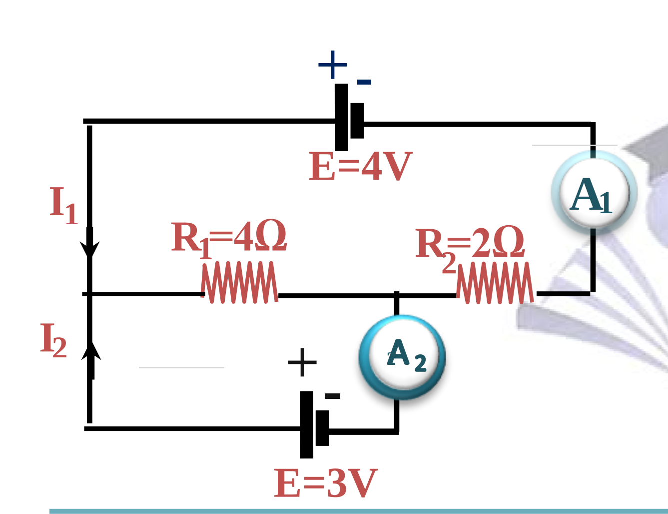

❷ عند أي نقطة تفرع في دائرة كهربائية فإن ................

❸ في الشكل المجاور $I_4$ = ................ .

❹ ينص قانون كرشوف الأول على انه :

( عند أي نقطة تفرع في دائرة كهربائية فإن مجموع شدة التيارات ................ تساوي مجموع شدة التيارات................)

## 2 بوكليت دور أول ٢٠١٩




في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل

أوجد قراءة الأميتر ( $A_1$ ) والأميتر ( $A_2$ )

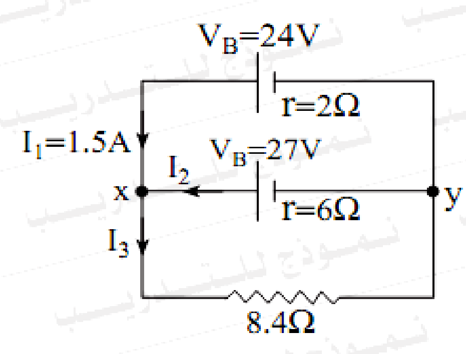
مع اهمال المقاومة الداخلية للبطاريات

## 3 نماذج تدريبية ٢٠١٩

اختر الإجابة الصحيحة :

في الدائرة المبينة بالشكل:

(أ) فرق الجهد بين النقطتين X ، y يساوي:






ⓐ 24 V

ⓑ 21 V

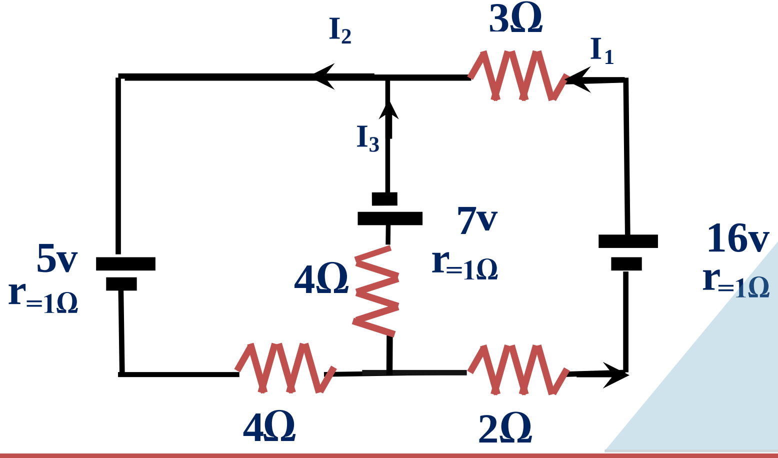
ⓒ 18 V

ⓓ 12 V

بوكليت دور ثان ٢٠١٧

4

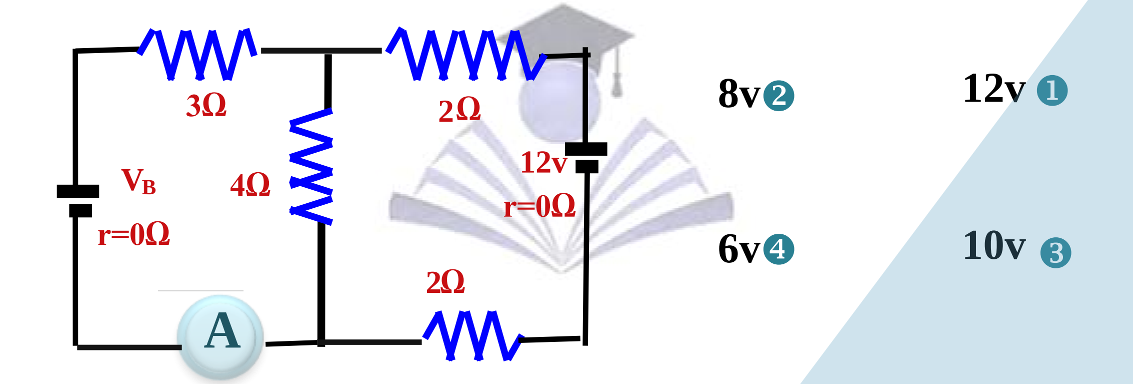
في الدائرة الموضحة بالشكل، استخدم قانوني كيرشوف لإيجاد قيمة ( $I_1$ )




بوكليت دور أول ٢٠١٨

5

في الدائرة المبينة بالرسم مقدار ( $V_B$ ) التي تجعل قراءة الأميتر **تساوي صفرا** تكون :



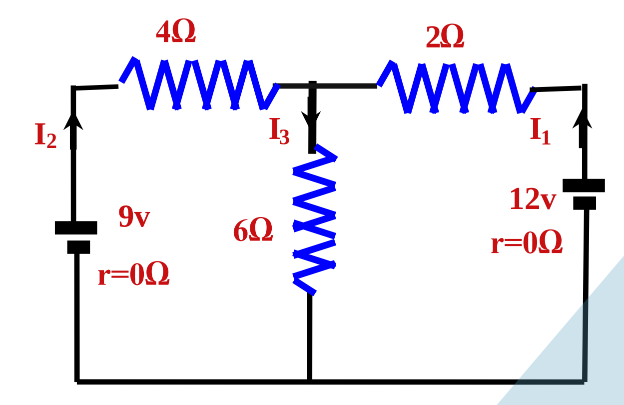

① 12v ② 8v

③ 10v ④ 6v

بوكليت دور أول ٢٠١٨

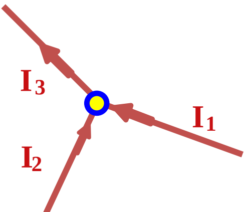
6

في الدائرة الموضحة بالشكل احسب مقدار $I_3$ المار في المقاومة 6Ω



**بوكليت دور أول ٢٠١٧**

7 في الشكل المجاور الصيغة الرياضية التي تمثل القانون الأول لكرشوف هي:




❶ $I_1+I_2+I_3=0$ ❷ $I_1+I_2-I_3=0$

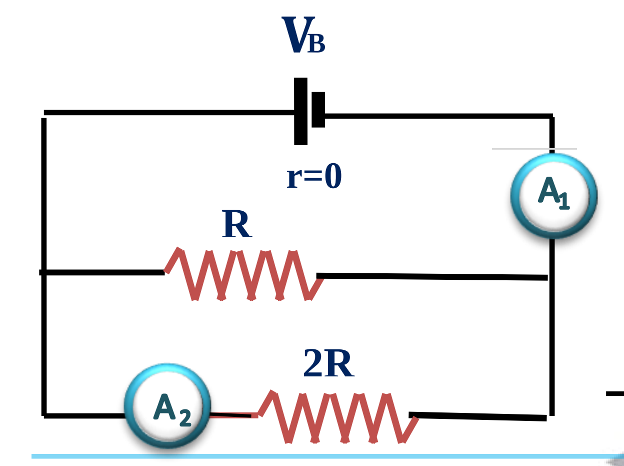
❸ $I_1-I_2+I_3=0$ ❹ $I_1-I_2-I_3=0$

**بوكليت دور أول ٢٠١٨ )**

8 **ظلل الدائرة التي تدل على الإجابة الصحيحة :**

في الدائرة المبينه بالشكل تكون

**النسبة بين قراءة الأميتر $A_1$ و قراءة الأميتر $A_2$ هي :**



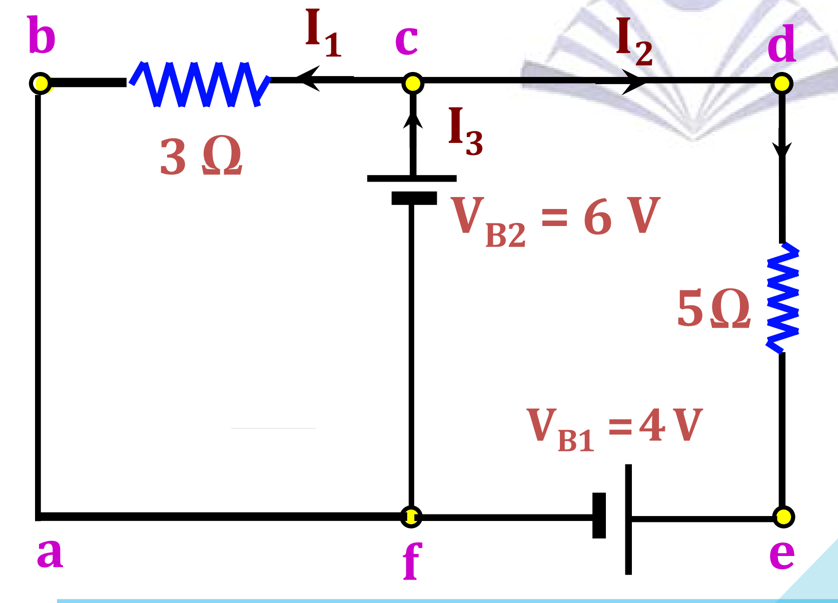

❶ $\frac{1}{2}$ ❷ $\frac{2}{1}$ ❸ $\frac{1}{3}$ ❹ $\frac{3}{1}$




9 احسب كلا من :

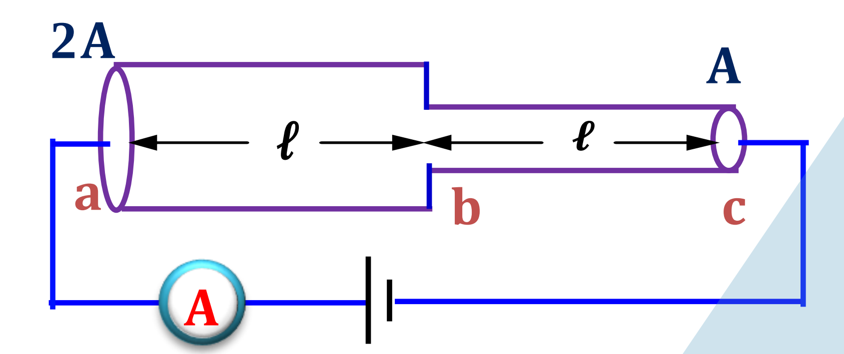
$I_1 , I_2 , I_3$

مع الالتزام باتجاهات التيار المسار المحدد علي الرسم



# تدريبات الفصل الاول

موصل معدني كما في الشكل
اذا كان الشغل المبذول لنقل وحده الشحنات من **a** الي **b** هو **5 J**




يكون الشغل المبذول لنقل وحده الشحنات من **b** الي **c**

( 5 J – 10 J – 15 J – 20 J )

كل ممياياتي يعبر عن مفهوم **القوة الدافعة الكهربية** ما عدا

فرق الجهد بين طرفيها اذا كانت مقاومتها الداخليه مهمله
فرق الجهد بين طرفيها اذا كانت دائرتها مفتوحه
فرق الجهد بين طرفيها اذا كانت مقومتها الخارجيه مهمله
فرق الجهد بين طرفيها اذا كانت مقومتها الخارجيه لا نهائيه

اكمل الجدول الاتي للدائرتين ❶و❷

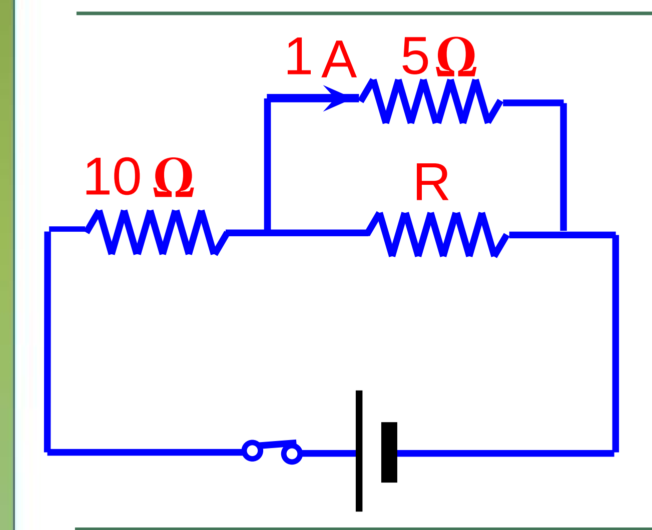
V
$R_1$
$R_S$
A
❶

V
$R_1$
$R_S$
A
❷

| قراءة | الدائره X | الدائره Y |
|---|---|---|
| A | | |
| V | | |

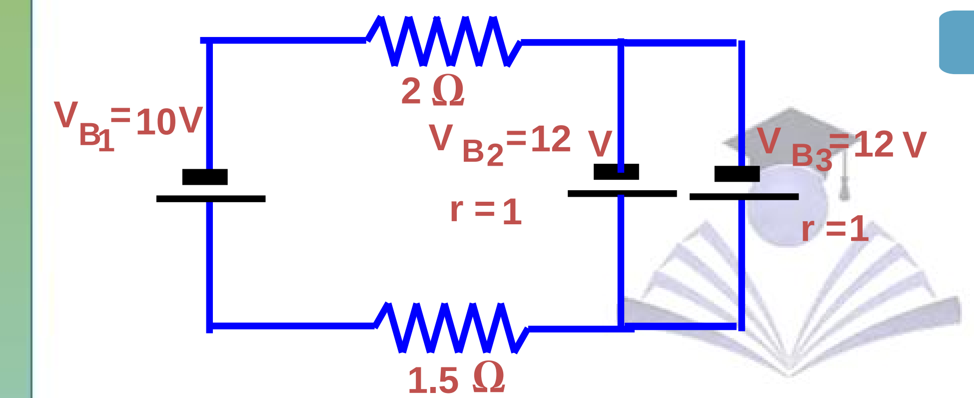
في المثال السابق

اي الدائرتين تحقق قانون اوم وايهما تحقق قانون اوم للدائره المغلقه




في الشكل المجاور قيمة (R)

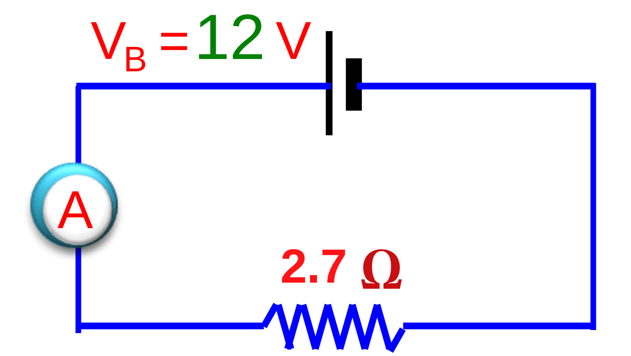
(5 Ω – 10 Ω – 15 Ω – 20 Ω)




في الشكل المجاور قيمة

شدة التيار المار خلال الدائرة .

1. 2 A
2. 1A
3. 1.5 A
4. 0.5 A



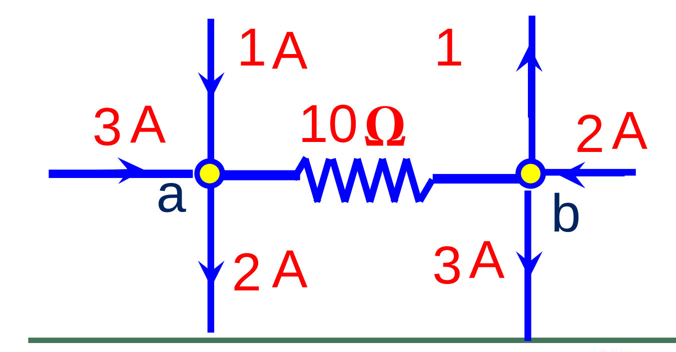

في الشكل المجاور

اذا كانت اسلاك التوصيل 0.2 Ω

وقراءه الامتر 2 A

فان المقاومه الداخليه

(0.1Ω – 0.2 Ω – 0.3 Ω – 0.4 Ω)

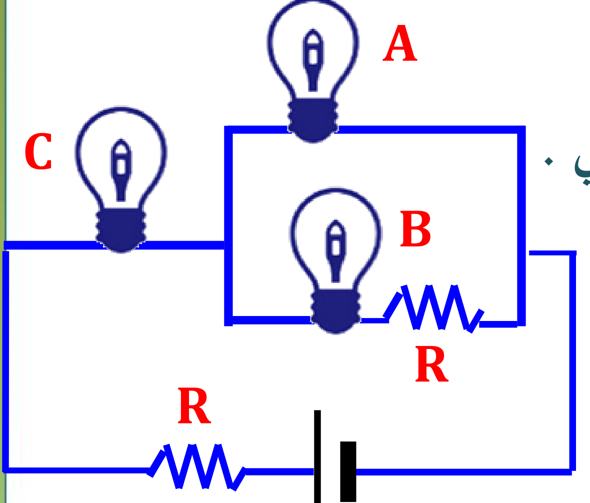



الرسم المقابل يمثل جزء من دائرة كهربية

فرق الجهد بين a و b

(5 V – 10V – 15V – 20V)

في الشكل المقابل




ثلاثة مصابيح متماثلة متصلة مع مصدر كهربي .

ترتيبهم تصاعديا حسب شدة الاضائه

① C B A
② B A C
③ B C A
④ A C B





# نموذج امتحان على الفصل الاول من امتحانات السنوات السابقة

## ١ أذكر العوامل التى يتوقف عليها :

1) التوصيلية الكهربية لمادة موصل .

---

2) المقاومة الكهربيه لسلك معدنى .

---

3) شدة التيار المار خلال البطارية عند غلق دائرتها .

---

4) اتجاه سريان كمية من الكهربية التى تمر فى موصل .

---

## ٢ أكتب العلاقة الرياضية لكل من :

1) قانون كيرشوف الاول والثانى

---

2) المقاومة الكهربية بدلالة المقاومة النوعية

---

3) قانون أوم للدائرة المغلقة

---

## ٣ أكتب السبب العلمى لكل مما يأتى :

1) نقص المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات بتوصيلها معا علَى التوازى .

---

---

2) تغيير فرق الجهد بين طرفى مصدر بتغيير المقاومة الكليه لدائرته .

---

---

3) لا يشحن موصل عند مرور التيار فيه .

---

4) تغيير المقاومة فى الريوستات المنزلق ( المقاومة المتغيرة ) .

---

5) فرق الجهد بين طرفى بطارية يكون أقل من قوتها الدافعة الكهربية فى حالة غلق الدائرة .

---

6) توصيل الاجهزة الكهربية والمصابيح فى المنازل على التوازى .

------------------------------------------------------------

------------------------------------------------------------

7) تتغير مقاومة سلك بتغير درجة الحرارة .

------------------------------------------------------------

------------------------------------------------------------

8) **عند توصيل ثلاثة مصابيح معاً على التوالى ببطارية تختلف شدة إضاءتها عن تلك إذا تم توصيلها مع على** التوازى مع نفس المصدر .

------------------------------------------------------------

## ٤ قارن بين :

1) المقاومة النوعية للفضة والتوصيلية الكهربية من حيث تأثير خفض درجة الحرارة .

------------------------------------------------------------

2) قانون كيرشوف الاول وقانون كيرشوف الثانى من حيث المبدأ الذى يعتمد عليه .

------------------------------------------------------------

3) فرق الجهد بين نقطتين والقوة الدافعة الكهربية من حيث المفهوم .

------------------------------------------------------------

## ٥ ما النتائج المترتبة على :

1) مقاومة موصل عند زيادة شدة التيار إلى الضعف عند درجة حرارة ثابتة .

------------------------------------------------------------

2) المقاومة النوعية لمادة موصل معدنى عند زيادة طوله إلى الضعف مع ثبوت مساحته ودرجة الحرارة .

------------------------------------------------------------

3) المقاومة الكلية للدائرة عند إضافة مقاومات للدائرة على التوالى .

------------------------------------------------------------

4) فرق الجهد بين طرفى بطارية عند زيادة قيمة المقاومة الداخلية .

------------------------------------------------------------

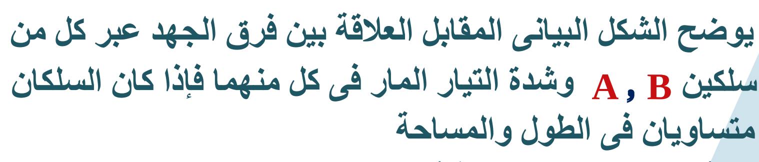
5) فرق الجهد بين طرفى بطارية عند زيادة قيمة المقاومة الخارجية .

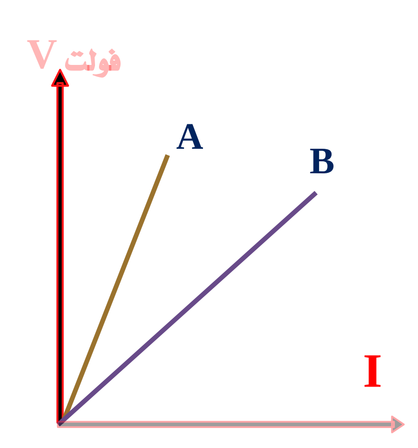
------------------------------------------------------------

6) إضاءة المزيد من مصابيح المنزل بالنسبة إلى تيار المنزل .

------------------------------------------------------------

يوضح الشكل البيانى المقابل العلاقة بين فرق الجهد عبر كل من سلكين A , B وشدة التيار المار فى كل منهما فإذا كان السلكان متساويان فى الطول والمساحة






1- أى السلكين له مقاومة أكبر ؟ ولماذا ؟

2- إذا وصلا معاً على التوازى مع مصدر كهربى فأيهما يستنفذ قدرة أكبر ولماذا ؟

-----------------------------------------------

-----------------------------------------------

-----------------------------------------------

فى الشكل المقابل فى حالة المفتاح مغلق




أيهما أكبر $V_1$ ، $V_2$ ؟ وماذا يحدث لكل منهم عند زيادة S

-----------------------------------------------

-----------------------------------------------

-----------------------------------------------

فى الدائرة المقابلة عند غلق المفتاح فإن :

1- قراءة $A_1$ .................. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

2- قراءة $A_2$ .................. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

3- القدرة المستنفذة فى المقاومات ............. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

فى الدائرة المقابلة عند نقصان $R_1$ فإن :

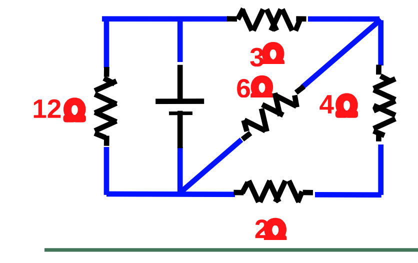
1- قراءة $A_1$ .................. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

2- قراءة $A_2$ .................. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

3- قراءة $A_3$ .................. ( تزداد ـ تقل ـ لاتتغير )

فى الشكل المقابل إذا كانت شدة التيار المار فى المقاومة $2\Omega$ =1A فإن التيار المار فى المقاومة $12\Omega$ يساوى ........

( 2A ـ 1.5A ـ 1A ـ 0.5A )



شكل سلك مستقيم مقاومته 48 أوم على شكل حلقة مغلقة قطرها d

وتم توصيل طرفى قطرها ببطارية 6 V أوجد

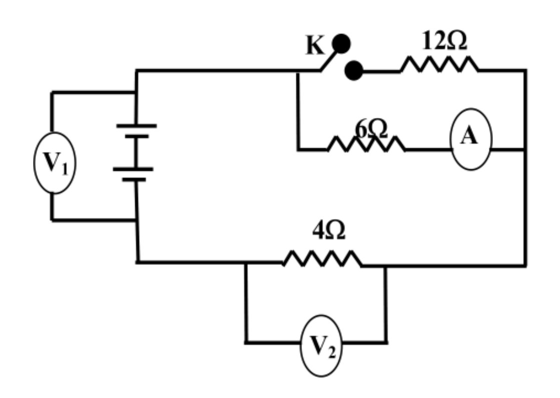
1- المقاومة الكلية بين A , B

2- شدة التيار خلال سلك الحلقة

3- أشرح لماذا تنعدم كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الحلقة

---

فى الشكل المقابل فى حالة المفتاح مغلق




| الجهاز | K مفتوح | K مغلق |
|---|---|---|
| الاميتر A | .................. | .................... |
| الفولتميتر $V_1$ | .................. | .................. |
| الفولتميتر $V_2$ | .................. | .................. |

---

إذا كانت النسبة بين شدة التيار لفرق الجهد بين طرفى موصل 0.5 A/V

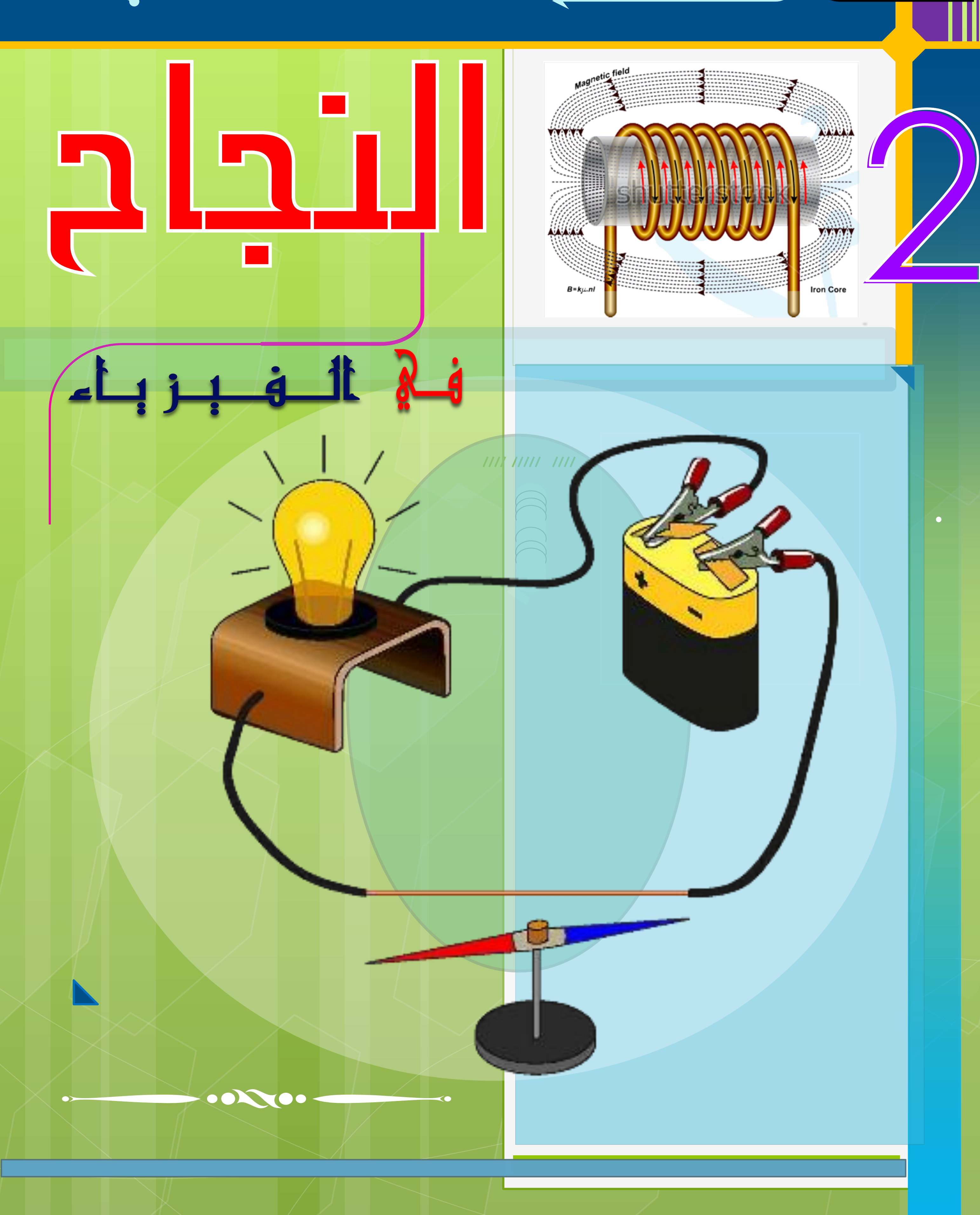
فإن مقاومة الموصل ......

أ- 0.5Ω ب لا توجد اجابة صحيحة ج- 2Ω



2

# النجاح في الفيزياء



## الفصل الثانى

## التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي وأجهزة القياس




# المجال المغناطيسي

**مقدمة :**

حينما وضع العالم الدانمركى هانز أورستد Oersted عام ١٨١٩ بوصلة مغناطيسية صغيرة فوق السلك وموازية له يمر به تيار كهربى لاحظ إنحراف إبرة البوصلة. وعندما قطع التيار الكهربى عن السلك، استعادت البوصلة إتجاهها الأصلى. انحراف البوصلة أثناء مرور التيار الكهربى فى السلك يوضح انها تتأثر بمجال مغناطيسى خارجى، مما يؤكد تولد مجال مغناطيسى حول السلك نتيجة لمرور تيار كهربى به.

ولقد أدى هذا الكشف الى سلسلة من الدراسات ساعدت فى تشكيل حضارتنا الصناعية.

وسنتناول فى هذه الوحدة ا لمجال المغناطيسى لتيار كهربى فى موصل على هيئة ،

(ا) سلك مستقيم.　(ب) ملف دائرى.　(جـ) ملف لولبى.

**مقدمه**

لاحظ اول من اكتشف ظاهرة التاثير المغناطيسي للتيار الكهربي

س: ماالمقصود بالتاثير المغناطيسي للتيار الكهربي؟

وماهي البوصلة التي ساعدت في هذا الاكتشاف ؟

وما هو اتجاهها الاصلي ؟ومتي يتولد المجال المغناطيسى حول الموصل ؟

## الشرح والتوضيح

**ولكن قبل ان نبدا بدراسة المجال المغناطيسي (تحديد شكلة وكثافتة واتجاهه ) لسلك مستقيم وملف دائري وملف لولبي دعنا نذكرك ببعض المفاهيم الهامه التي تعينك لفهم هذه الدراسه**

**١- المجال المغناطيسي يتكون حول المغناطيس العادي ويمثل بخطوط قوي كما في مجال الجاذبية الارضية والمجال الكهربي حول شحنه**



**٢ـ المجال المغناطيسي يتكون حول شحنات كهربيه لها مجال كهربي عندما تهتز او تكون في حاله حركه ويصبح متعامد علي المجال الكهربي**

٣ - المجال المغناطيسي يمثل بخطوط القوي المغناطيسية تسمي الفيض المغناطيسي لان عددها هائل وهذه الخطوط لا تتقاطع وتتنافر اذا كانت في نفس الاتجاه وتحاول ان تقصر من اطوالها وتعود لنقطة الخروج في مسارات دائرية مغلقة

٤- تقدر شدة المجال عند نقطه بالقوة التي تؤثر علي وحدة الكتل في حالة مجال الجاذبية وعلي وحدة الشحنات الموجبة في حاله المجال الكهربي وعلي وحدة الاقطاب المغناطيسيه (الشمالي) في حاله المجال

لكن في حاله المجال المغناطيسي هذا مستحيل لانه لا توجد وحدة اقطاب او قطب شمالي مفرد فتقدرشدة المجال المغناطيسي بكثافة الفيض كما سترى

# العلاقات الرياضية

## العلاقة بين الفيض المغناطيسي $\phi_m$ وكثافة الفيض المغناطيسي

❶ إذا كان الفيض المغناطيسي $\phi_m$ بالوبر يمر عموديا بمساحة من ملف قدرها ( A ) فإن : الفيض المغناطيسي نهاية عظمى أي $(\theta = 90°)$

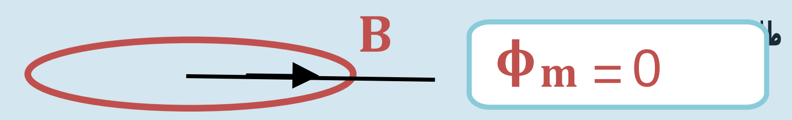
$$B = \frac{\phi_m}{A} \quad wb/m^2 \ (Tesla)$$

❷ إذا كانت خطوط الفيض المغناطيسى تميل بزاوية $\theta$ على المساحة

$$B = \frac{\phi_m}{A} \sin\theta \quad wb/m^2 \ (Tesla)$$

❸ إذا كانت خطوط الفيض المغناطيسىموازية للمساحة

ينعدم الفيض المغناطيسي



$$\phi_m = 0$$




# المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى سلك مستقيم

## المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى سلك مستقيم :

يمكننا اختبار ودراسة شكل خطوط الفيض المغناطيسى Magnetic Flux بالقرب من سلك مستقيم يمر به تيار كهربى باستخدام برادة حديد تنثر بعناية على لوحة أفقية من الورق المقوى يخترقها السلك المستقيم وهو فى وضع رأسى. وبطرق لوحة الورق عدة طرقات خفيفة، يلاحظ أن برادة الحديد تترتب على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز، كما فى الشكل (٢ - ١).



اورستيد



(شكل ٢ - ١)
توزيع برادة حديد حول سلك يمر به تيار

من الشكل نتبين أن الدوائر التى تمثل خطوط الفيض المغناطيسى تتزاحم بالقرب من السلك، وتتباعد بتباعدها عنه، مما يدل على أن شدة المجال المغناطيسى للتيار الكهربى الذى يمر فى سلك مستقيم تزداد بالإقتراب من السلك وتقل بالإبتعاد عنه.

ومع زيادة شدة التيار الكهربى فى السلك وإعادة طرق لوحة الورق المقوى، يزداد تزاحم خطوط الفيض حول السلك، إذ تصبح الدوائر أكثر ازدحاما مما كانت عليه، مما يدل على أن شدة المجال المغناطيسى للتيار الكهربى الذى يمر فى سلك مستقيم تزداد بزيادة شدة التيار الكهربى وتقل بانقاصه.

ويعبر عن شدة المجال المغناطيسى بكثافة الفيض المغناطيسى B، وهو الفيض المغناطيسى $\phi_m$ لوحدة المساحة $B = \frac{\phi_m}{A}$ . وتكون وحدتها $Weber/m^2$ (Tesla)

وتتعين كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بعدها العمودى d عن السلك الذى يمر به تيار شدته I من العلاقة :

$$B = \frac{\mu I}{2 \pi d}$$

(٢-١)

وتسمى هذه العلاقة قانون امبير الدائرى Ampere's Circuital Law، حيث μ هى النفاذية المغناطيسية للوسط Permeability. وهى للهواء تساوى $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m ومن هذه العلاقة تتبين أن كثافة الفيض B تتناسب طرديا مع شدة التيار I، وعكسيا مع المسافة d، ولذلك ينصح ببناء المساكن بعيداً عن أبراج الضغط العالى للكهرباء حفاظا على الصحة العامة والبيئة.

## الشرح والتوضيح

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

1. ماذا يحدث لبرادة الحديد المنثورة علي لوح ورقي يخترقه سلك مستقيم راسيا ويمر به تيار كهربي اثناء طرقه عدة طرقات بخفة............
2. ماذا تستنتج من ترتيب برادة الحديد حول السلك في صورة دوائر.....
وعلي ما يدل تزاحمها بالقرب من السلك وتباعدها بالبعد عن السلك..........
3. ماذا يحدث لو زدنا شدة التيار المار في السلك مع اعادة الطرق
هل التجربة السابقة تعطي نفس النتائج لو اجريت في اي وسط اخر غير الهواء الماء مثلا.....

س: ما المقصود بكثافة الفيض المغناطيسي....
وماهي وحدة قياسها......

4. اذا شدة المجال المغناطيسي والتي يعبر عنها بكثافة الفيض المغناطيسي B عند نقطة بجوار السلك تتوقف علي كل من

( ١ ) شدة التيار المار في السلك I ( طردياً ) $B \propto I$

( ٢ ) المسافة العمودية بين النقطة والسلك ( عكسياً ) $B \propto \frac{1}{d}$

( ٣ ) النفاذية المغناطيسية للسلك ( طردياً ) $B \propto \mu$

س: ماالعلاقة التي يتعين بها كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطه بعدها العمودي عن السلك

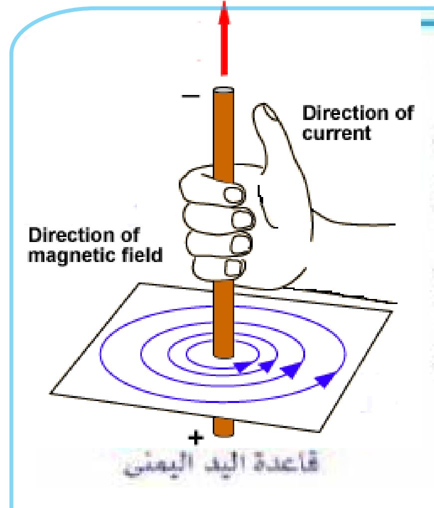
$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

حيث : ( μ ) معامل النفاذية المغناطيسية للوسط ( $\mu_{air} = 4\pi \times 10^{-7}\ wb/A.m$ )

1 ماهو المصطلح العلمي لهذه العلاقة
2 هل تذكر ثابت النفاذية للهواء ماذا يساوي ......
3 وماهي وحداته ......

● عرفت الان لماذا ينصح بعدم البناء بالقرب من خطوط كهرباء الضغط العالي

## تعين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي




### قاعدة اليد اليمنى لأمبير

لتعيين اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربي يمر في سلك، نتخيل أننا نقبض باليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام الى اتجاه التيار الكهربي، فإن اتجاه الأصابع الملتفة على السلك، يحدد إتجاه المجال المغناطيسي للتيار الكهربي، كما في الشكل (٢-٢).

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

1 تذكر قاعدة امبير لليد اليمنى وفيما تستخدم ؟
2 إلي ما يشير إبهام اليد اليمنى فى قاعدة امبير لليد اليمنى عند تطبيقها علي سلك مستقيم ؟
3 هل المجال المغناطيسى الناشىء حول سلك يمر به تيار كهربى طرف شمالى وطرف جنوبى ( لماذا )
4 ماهى وحدة قياس كثافة الفيض العملية وماهى الوحدة المكافئة ؟

## ملاحظات يتعلمها الطالب من الفقرة السابقة

❶ المجالات المغناطيسية الناشئة عن مرور التيار فى أسلاك الضغط العالى تؤثر على حركة الشحنات الكهربية الأيونات فى جسم الإنسان وتؤثر على الإشارات الكهربية التى يعمل عليها المخ والجهاز العصبى وتؤثر على عمل الأجهزة الكهربائية فى المنازل مثل الراديو والتليفزيون والمحمول التى تستقبل موجات كهرومغناطيسية

**( لذلك اختصارا لما سبق نقول تؤثر على الصحة العامة والبيئة )**

❷ دائما الأصل فى أى خط من خطوط الفيض هو حلقة مغلقة حول كل الكترون أثناء حركته والالكترونات لها حركة مغزلية أثناء انتقالها تحت تأثير المجال الكهربى مثل دوران الأرض حول نفسها وبسبب دوران **الالكترون** حول **نفسه** يتولد مجال مغناطيسى مقفل حوله يكون مستواه عمودى على أتجاه حركته **( اتجاه المجال الكهربى )**

## المناقشه

**س هل تنطبق قاعدة أمبير لليد اليمنى على المجال المغناطيسى للالكترون أثناء حركته ؟**

**جـ :** نعم تنطبق لأن اتجاه حركته عكس اتجاه التيار أو المجال الكهربى المسئول عن حركته لكن اتجاه المجال المغناطيسي حوله عكس دوران الاصابع

**س لماذا تتزاحم خطوط الفيض بالقرب من السلك وتتباعد بالبعد عن السلك ؟**

**جـ :** التيار الكهربى المار فى موصل هو نتيجه حركه الالكترونات فى الموصل والكترونات الموصل بقرب من سطح الخارجى يكون اكثر حركه وسرعه وتزاحم

## العلاقات الرياضية

❶ **لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن مرور تيار كهربي في سلك مستقيم :**

-

$$B = \frac{\mu \quad I}{2\pi \quad d}$$

حيث : ( $\mu$ ) معامل النفاذية المغناطيسية للوسط ( $\mu_{air} = 4\pi \times 10^{7}$ wb/A.m )

**إذا كان الوسط هو الهواء فإن** طارق يحيي

$$B = 2\times10^{-7}\times \frac{I}{d}$$

تسمي أي من العلاقتين بـ.قانون أمبير الدائري .

❷ لحساب محصلة المجال المغناطيسي لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربي :

**إذا كان التيار الكهربى فى السلكين فى نفس الاتجاه**

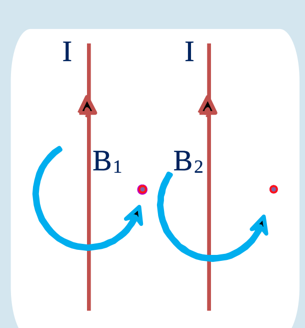
❶ عند نقطة بين السلكين :

$B_T = B_2 - B_1$

❷ عند نقطة خارج السلكين :

$B_T = B_2 + B_1$

و تقع نقطة التعادل داخل السلكين .




**إذا كان التيار الكهربى فى السلكين فى اتجاهين متعاكسين**

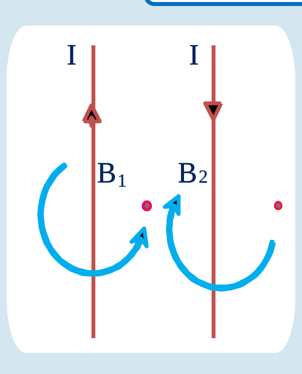
❶ عند نقطة بين السلكين :

$B_T = B_2 + B_1$

❷ عند نقطة خارج السلكين :

$B_T = B_2 - B_1$

و تقع نقطة التعادل خارج السلكين .




## مثال توضيحى

**مثـــال :**

عين كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة فى الهواء على بعد 10 cm من سلك مستقيم طويل يمر به تيار شدته 10A ، علماً بأن μ للهواء تساوى $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m

**الحـــل :**

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 2 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$$

طارق يحيي

# تدريبات

## اختر الاجابة الصحيحة

1 في الشكل المجاور سلك يمر به تيار كهربائي ينشأ عنه مجال مغناطيسي اتجاهه حول السلك

I

❶ عكس حركة عقارب الساعة ❷ مع حركة عقارب الساعة
❸ مع اتجاه التيار ❹ عكس اتجاه التيار

2 شكل خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار يمر في سلك مستقيم عبارة عن :

❶ خطوط لولبية متحدة المركز ❷ خطوط مستقيمة ومتوازية
❸ دوائر متحدة المركز ❹ خطوط منحنية غير متوازية

عند مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم فإن كثافة الفيض المغناطيسي B عند نقطة تتناسب عكسيا مع :

❶ البعد العمودي للنقطة ❷ شدة التيار ❸ معامل نفاذية الوسط ❹ عدد اللفات

سلك مستقيم يمر فيه تيار و شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد 0.3 m من السلك في الهواء تساوي $4\times10^{-4}$ tesla احسب شدة التيار علما بأن $\mu = 4\pi\times10^{-7}$ Weber/A.m

طارق يحيي





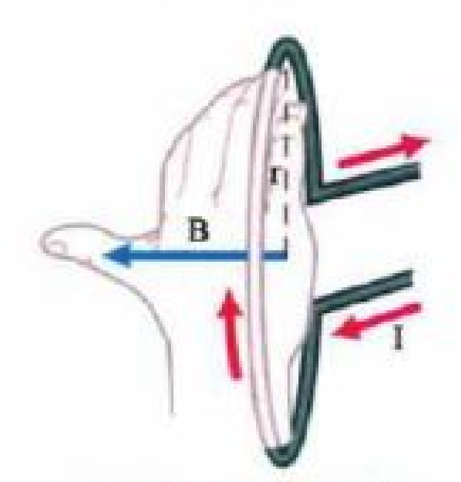

# المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف دائرى

## المجال المغناطيسى لتيار يمر فى ملف دائرى :

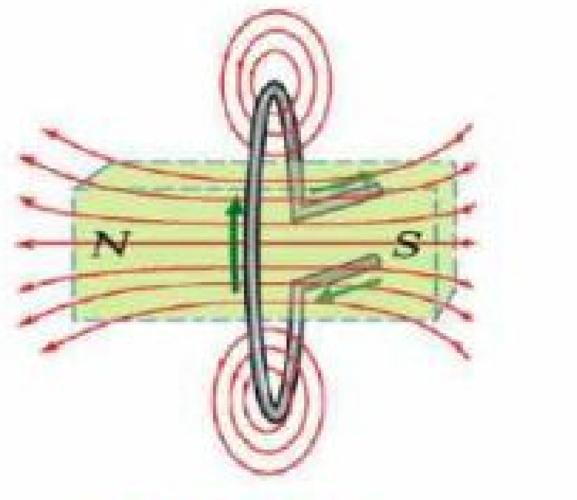
عند إمرار تيار كهربى فى سلك منحنى على شكل حلقة دائرية شكل (٢-٣ ا)، فإن المجال المغناطيسى الناشىء عن هذا الملف الدائرى يشبه الى حد كبير المجال المغناطيسى لمغناطيس قصير. حيث يكون الوجه الذى يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر اليه فى اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا جنوبيا، والوجه الذى يبدو فيه اتجاه التيار عند النظر اليه فى عكس اتجاه حركة عقارب الساعة قطبا شماليا كما فى شكل (٢-٣جـ).



ا- تخطيط المجال




ب- إتجاه المجال عند مركز الملف




جـ - تحديد قطبية المجال

شكل (٢-٣)

المجال المغناطيسى للملف دائرى

ولدراسة المجال المغناطيسى للملف الدائرى ننثر برادة الحديد على لوح الورق المقوى الذى يخترقه الملف الدائرى، وعند طرق لوح الورق المقوى طرقات خفيفة، تترتب البرادة متخذة الشكل الموضح بالرسم (شكل ٢-٣ ا).

فى هذا الشكل يمكننا ملاحظة ما يلى :

(أ) تفقد خطوط الفيض دائريتها.

(ب) تختلف كثافة الفيض المغناطيسى من نقطة لأخرى.

(جـ) خطوط الفيض عند محور الملف الدائرى خطوط مستقيمة متوازية متعامدة على مستوى الملف، مما يدل على أن المجال المغناطيسى فى هذه المنطقة مجال منتظم.

ويمكن حساب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف الدائرى بمعرفة نصف قطره r وشدة التيار المار I وعدد اللفات N، حيث تطبق العلاقة :

$$B = \frac{\mu N I}{2 r} \qquad (٢-٢)$$

حيث μ هى معامل النفاذية للهواء وتساوى $4 \pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m

من هذه العلاقة تتبين ان كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى تتوقف على عوامل ثلاثة هى :

١- عدد لفات الملف الدائرى حيث تكون $B \propto N$

٢- شدة التيار المار فى الملف الدائرى حيث تكون : $B \propto I$

٣- نصف قطر الملف الدائرى r حيث تكون : $B \propto \frac{1}{r}$

## الشرح والتوضيح

رأينا فى حالة مرور تيار كهربى فى سلك مستقيم ينشأ عنه مجال مغناطيسى على شكل دوائر متحدة المركز متزاحمة بالقرب منه وتتباعد بالبعد عنه ومستوى كل خط عمودى على اتجاه التيار فى السلك

فإذاجعلنا هذا السلك على شكل حلقة دائرية وقمنا بتخطيط المجال بواسطة برادة الحديد كما فى التجربة

**نلاحظ أن**

خطوط المجال تفقد دائريتها عند مركزه وتصبح متوازية ( مجال منتظم ) وتصبح الحلقة كمغناطيس قصير لها قطب شمالى وقطب جنوبى القطب الشمالى الوجه الذى يخرج منه المجال ويكون أتجاه التيار فى الحلقة لهذا الوجه عكس اتجاه عقارب الساعة والقطب الجنوبى الوجه الذى يدخل فيه المجال ويكون اتجاه التيار فى الحلقة لهذا الوجه فى اتجاه عقارب الساعة

## المناقشه

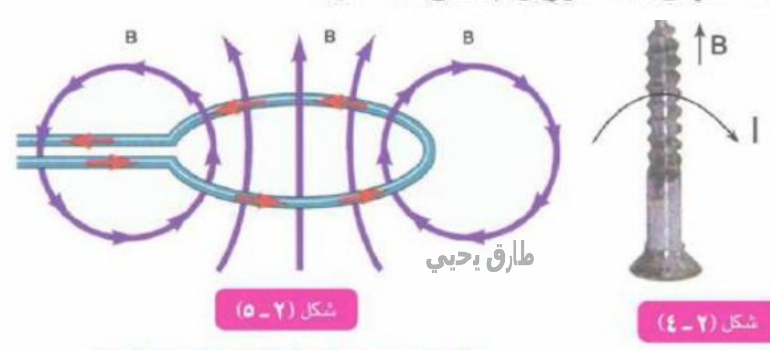
1. اشرح تجربة لتخطيط المجال المغناطيسى الناشىء عن مرور تيار كهربى فى حلقة دائرية
2. اذكر خواص أو وصف المجال المغناطيسى الناشىء عن مرور تيار كهربى فى حلقة دائرية
3. عند أى نقطة يصبح المجال المغناطيسى لحلقة دائرية يمر بها تيار كهربى منتظم

## تعيين اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار:

### • قاعدة البريمة اليمنى Right Hand Screw Rule

لتعيين اتجاه المجال المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به تيار كهربى، نتخيل دوران بريمة (قلاوظ Screw) فى اليد اليمنى فى اتجاه الربط (فى اتجاه حركة عقارب الساعة) عند مركز الملف، بحيث يشير اتجاه دورانها إلى اتجاه التيار الكهربى فى الملف فإن اتجاه اندفاعها يدل على اتجاه المجال المغناطيسى عند مركز الملف، كما فى الشكلين (٢-٤) - (٢-٥).

وبذلك فإن ملفا دائريا يمر به تيار يكافىء ثنائى قطب مغناطيسى Magnetic Dipole . ويلاحظ أنه لا يوجد فى الطبيعة اقطاب منفردة، فدائما يوجد قطبان أحدهما شمالى N والثانى جنوبى S، وبذلك يماثل الملف الدائرى الذى يمر فيه تيار مغناطيسا على هيئة قرص مصمت له قطبان مستديران (شكل ٢-٣).




شكل (٢-٥) ملف دائرى يمر به تيار فى إتجاه حركة ربط البريمة

شكل (٢-٤) قاعدة البريمة اليمنى اتجاه حركة مسمار بريمة (اثناء الربط)

**بعد قراءه نص الكتاب المدرسي انت قادر علي أجابة التساؤلات الاتية**

1. كيف يمكنك تحديد قطبية المجال المغناطيسى لحلقة دائرية يمر بها تيار كهربى
2. ماهى القاعدة التى تستخدم لتحديد أتجاه المجال المغناطيسى عند مركز حلقة معدنية يمر بها تيار كهربى
3. **علل :** الملف الدائرى الذى يمر به تيار كهربى يكافىء ثنائى قطب مغناطيسى
4. اكتب العلاقة التى يتعين بها كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز ملف دائرى
5. ماهى العوامل التى يتوقف عليها كثافة الفيض عند مركز ملف دائرى

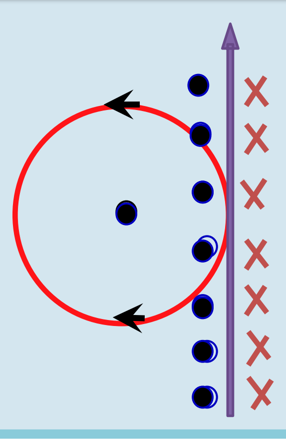
# العلاقات الرياضية

1. **لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن مرور تيار كهربي في ملف دائري :**

$$B = \frac{\mu}{2}\frac{NI}{r}$$

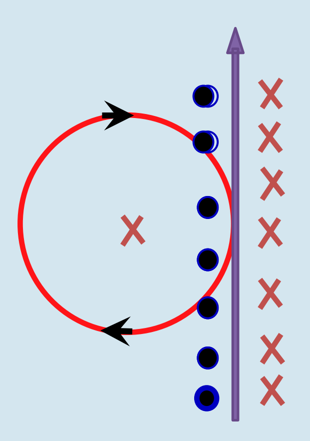
حيث : ( $N$ ) عدد لفات الملف ، ( $r$ ) نصف قطر الملف .

2. **حساب كثافة الفيض في حالة سلك مستقيم يمس ملف دائري**



إذا كان السلك والملف في نفس المستوى واتجاه مجالهما واحد

$B_T = B_{كبير} - B_{صغير}$



إذا كان السلك والملف في نفس المستوى واتجاه مجالهما متعاكس

$B_T = B_{سلك} + B_{ملف}$

## مثال توضيحي

**مثـــال :**

عين كثافة الفيض المغناطيــسى عند مركز ملف دائرى نصف قطره 11cm وعدد لفاته 20 لفة، ويمر به تيار كهربى شدتــه 1.4 A ، علمـــا بان μ للهـــواء تســـاوى $4\pi \times 10^{-7}$ Weber/A.m

**الحـــل :**

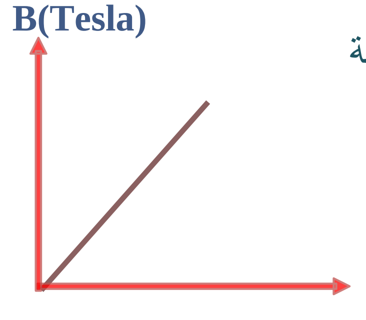
$$B = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 1.4}{2 \times 0.11}$$

$$= \frac{4 \times 22 \times 10^{-7} \times 20 \times 1.4}{7 \times 2 \times 0.11} = 16 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$$

## تدريبات

مر تيار كهربي في سلك طوله 13.2 cm منحن علي شكل قوس من دائرة نصف قطره 5.6 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ في مركز هذه الدائرة $8.25 \times 10^{-6}$ tesla احسب شدة التيار علما بأن معامل النفاذية المغناطيسية للهواء

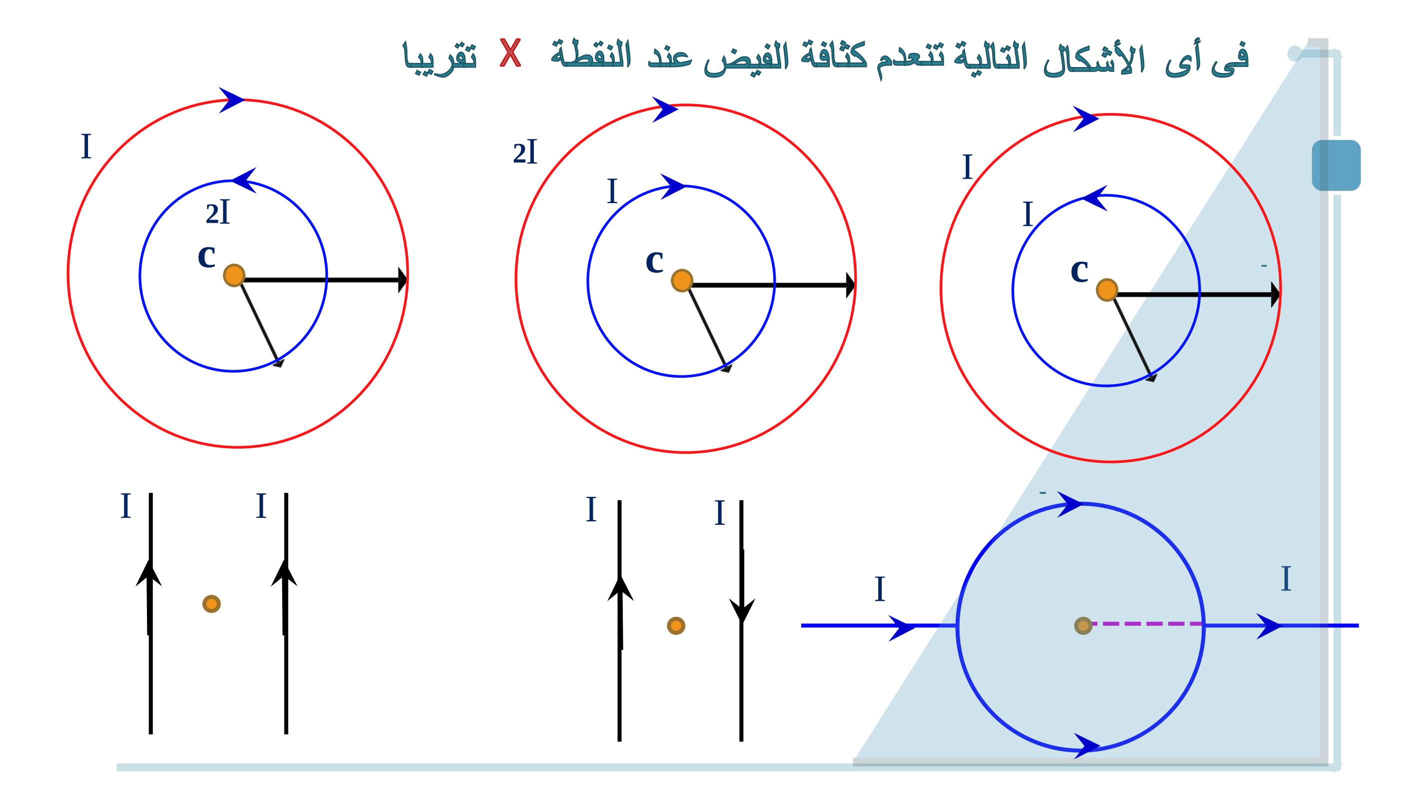
$\mu_{هواء} = 4\pi \times 10^{-7}$ wb/A.m




إذا كان ميل العلاقة البيانية المقابلة لكثافة الفيض عند مركز حلقة دائرية مع شدة التيار المار فيها يساوى الواحد الصحيح احسب عدد لفاتها إذا علمت أن قطرها يساوى cm ومعامل النفاذية ($\mu_{هواء} = 4\pi \times 10^{-7}$ web/A.m).

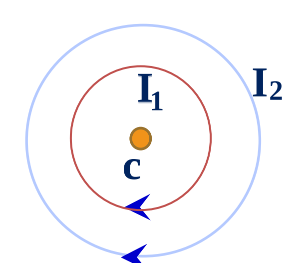
طارق يحيي

فى أى الأشكال التالية تنعدم كثافة الفيض عند النقطة X تقريبا




بوكليت مصر دور أول ٢٠١٩

حلقتان معدنيتان متحدتا المركز في مستوى واحد يمر بكل منهما تيار كهربي كما بالشكل فإذا كان قطر احدهما ضعف قطر الأخرى فتكون العلاقة بين شدتي التيار فيهما التي تجعل كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزهما المشترك تساوي صفر



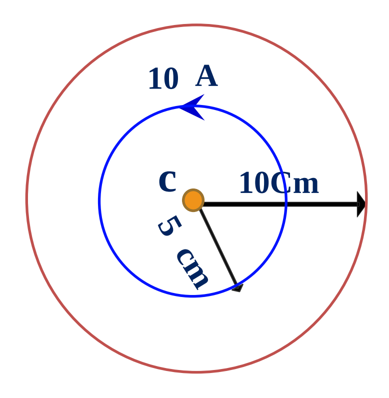

❶ $I_1=4I_2$

❷ $I_1=2I_2$

❸ $I_1=I_2$

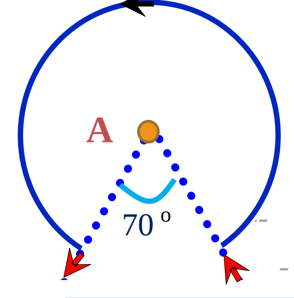
❹ $I_1=I_2/2$

احسب شدة التيار اللازم امراره فى الحلقة الخارجية وأتجاه فيها كى ينعدم المجال المغناطيسى عند المركز




طارق يحيي

في الشكل مستقيم طويل AB يمر به تيار كهربي ($I_1$)
وضع مماسا لحلقة دائرية نصف قطرها ($r$) معزوله ويمر بها تيار كهربي ($I_2$) اتجاهه كما بالشكل أيا من الاختيارات الآتية يمثل نسبة $I_1 : I_2$ ويحدد اتجاه تيار السلك $I_1$ ينعدم الفيض عند المركز




| الاختيار | نسبة $I_1 : I_2$ و اتجاه تيار السلك $I_1$ |
|---|---|
| 1 | $\pi$ لأعلى |
| 2 | $\pi$ لأسفل |
| 3 | $1/\pi$ لأعلى |
| 4 | $1/\pi$ لأسفل |

في الشكل المقابل

سلك مستقيم لف على شكل دائرة غير مكتملة نصف قطرها 4cm و شدة التيار الكهربي 7A احسب كثافة الفيض عند النقطة A علما بأن الوسط هواء ($\mu_{هواء} = 4\pi\times10^{-7}$ web / A . m).

A
70 °

طارق يحيي







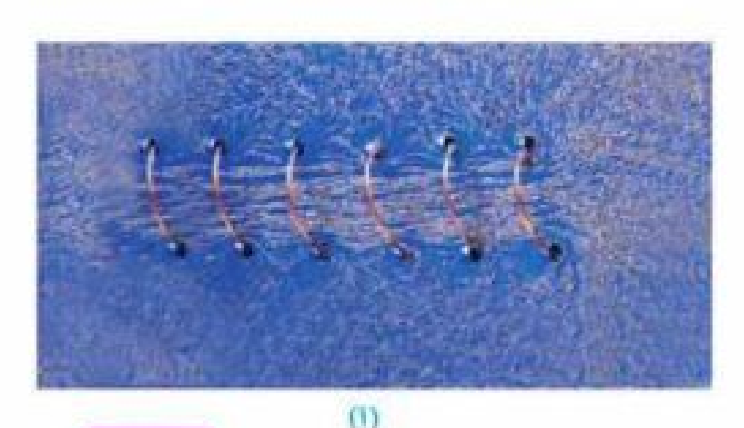


# المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف لولبى

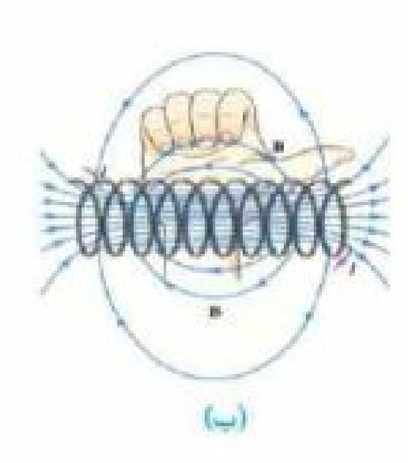
## • المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى ملف لولبى

عندما يوصل طرفا ملف لولبى بمصدر تيار كهربى كما فى الشكل (٢-٦) يتولد مجال مغناطيسى يشبه الى حد كبير المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى.

ومن الشكل (٢-٦)، يتضح أن خطوط الفيض تمثل مسارات متصلة داخل وخارج الملف. اى أن كل خط بمثابة مسار مغلق. طرف الملف الذى تخرج منه خطوط الفيض المغناطيسى هو القطب الشمالى للملف، والطرف الآخر الذى تدخل فيه خطوط الفيض المغناطيسى هو القطب الجنوبى للملف.



(أ)



(ب)

شكل (٢-٦)

المجال المغناطيسى لملف لولبى

أ- تخطيط المجال المغناطيسى

ب- تحديد قطبية المجال بإستخدام قاعدة امبير لليد اليمنى

ن-

وتتوقف كثافة الفيض المغناطيسى عند اى نقطة على المحور داخل الملف اللولبى الذى يمر به تيار كهربى على كل من :

١- شدة التيار المار حيث $B \propto I$

٢- عدد اللفات فى وحدة الأطوال حيث $B \propto n$

$\therefore B \propto nI$

ومنها :

$B = \mu nI$

ولتعيين قطبى الملف اللولبى الذى يمر به تيار كهربى، نستخدم قاعدة البريمة اليمنى باعتبار ان الملف اللولبى يتكون من مجموعة لفات دائرية متحدة المحور (شكل ٢-٦ب).

## الشرح والمناقشه

كذلك يمكن إعادة التجربة السابقة باستخدام برادة الحديد لتخطيط المجال المغناطيسى الناشىء عن مرور تيار كهربى فى ملف لولبى

س اختر تستخدم برادة الحديد فى تحديد

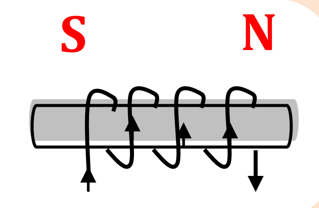
١- شكل المجال المغناطيسى

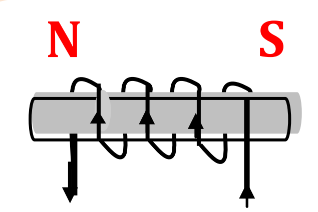
٢- اتجاه المجال المغناطيسى

٣- شده المجال المغناطيسى

**ومن ناتج التجربة تتضح الخواص الآتية للمجال المغناطيس لملف لولبى :**

1. تكون خطوط الفيض مسارات مغلقة متصلة داخل وخارج الملف
2. طرف الملف الذى يخرج منه الفيض المغناطيسى هو القطب الشمالى للملف والطرف الذى يدخل فيه الفيض هو القطب الجنوبى
3. المجال المغناطيس للملف اللولبى يشبه المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيس
4. تكون كثافة الفيض ثابتة عند أى نقطة على محوره داخل الملف وتتحدد قطبية المجال بقاعدة أمبير لليد اليمنى أو البريمة اليمنى




طارق يحيي

## المناقشة

س اشرح

1. قاعدة اليد اليمنى لأمبير لتحديد أتجاه المجال المغناطيسى داخل ملف لولبى يمر به تيار
2. قاعدة البريمة اليمنى لتحديد أتجاه المجال المغناطيسى داخل ملف لولبى

س قارن بين قاعدة أمبير لليد اليمنى عند تطبيقها لتحديد أتجاه المجال المغناطيسى لسلك مستقيم والمجال المغناطيسى داخل ملف لولبى من حيث

١-مايشير إليه الإبهام فيها فى كل حالة ........

٢-مايشير إليه دوران الأصابع فيها فى كل حالة

**ملاحظات هامة**

المناطق الذى يكون فيها الفيض المغناطيسى منتظم هى المناطق التى يتوازى فيها الفيض وتكون كثافته ثابتة عند كل نقطة داخل هذه المنطقة ففى حالة الملف اللولبى لايصبح الفيض منتظم داخله إلا إذا كانت لفاته متلاصقة غير متباعدة وعددها كبير أما فى حالة تباعد لفاته لا تتساوى كثافة الفيض عند أى نقطة بداخله إلا على المحور وتساوى

$$B = \mu\frac{N\,I}{L}$$

حيث : ( L ) طول الملف.

س اذكر العوامل التى تتوقف عليها كثافة الفيض المغناطيسى عند أى نقطة على محوره داخل الملف

## العلاقات الرياضية

1. لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن مرور تيار كهربي في الملف:

$$B = \mu\frac{N\,I}{L}$$

حيث : ( L ) طول الملف .

2. لحساب عدد لفات الملف:

طارق يحيي

$$N = \frac{L}{2\pi r}$$

حيث : ( L ) طول السلك كله ، ( r ) نصف قطر الملف .

❸ إذا أبعدت لفات ملف دائري عن بعضها :

$$\frac{B_{1\,\text{دائري}}}{B_{2\,\text{لولبي}}} = \frac{L_{\text{لولبي}}}{2r_{\text{دائري}}}$$

❹ لحساب عدد اللفات في وحدة الأطوال:

$$n = \frac{N}{L}$$ ( عدد اللفات في وحدة الأطوال )

## أمثلة محلولة

**أمثلة:**

١- يتكون ملف لولبي من 800 لفة ويمر به تيار شدته 0.7 A، احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وتقع على محوره، علما بان طوله 20cm

**الحـــل:**

$$B = \frac{\mu NI}{\ell} = \frac{4\times22\times10^{-7}\times800\times0.7}{7\times0.2}$$

$$= 3.52 \text{ x } 10^{-3} \text{ Tesla}$$

٢- احسب شدة التيار الكهربي اللازم لجعل كثافة الفيض المغناطيسي فى الملف السابق تساوى 0.815 Tesla فى حالة وجود قلب من الحديد داخله ، علما بان النفاذية المغناطيسية للحديد هى $1.63 \text{ x } 10^{-2}$ Weber/Am

**الحـــل:**

$$B = \mu\frac{NI}{\ell}$$

$$0.815 = \frac{1.63 \text{ x } 10^{-2} \text{ x } 800 \text{ x } I}{0.2}$$

$$I = \frac{0.815 \text{ x } 0.2}{1.63 \text{ x } 10^{-2} \text{ x } 800} = 0.0125 \text{ A} = 12.5 \text{ mA}$$

# تدريبات

**كثافة الفيض المغناطيسي B الناشئة عن مرور تيار في ملف لولبي في نقطة بداخله وعلى محوره تتناسب عكسيا مع**

❶ معامل نفاذية الوسط ❷ شدة التيار
❸ طول الملف ❹ عدد لفات الملف

---

ما تأثير وجود قلب حديدى داخل الملف على كثافة الفيض عند أى نقطة داخله وتقع على محوره

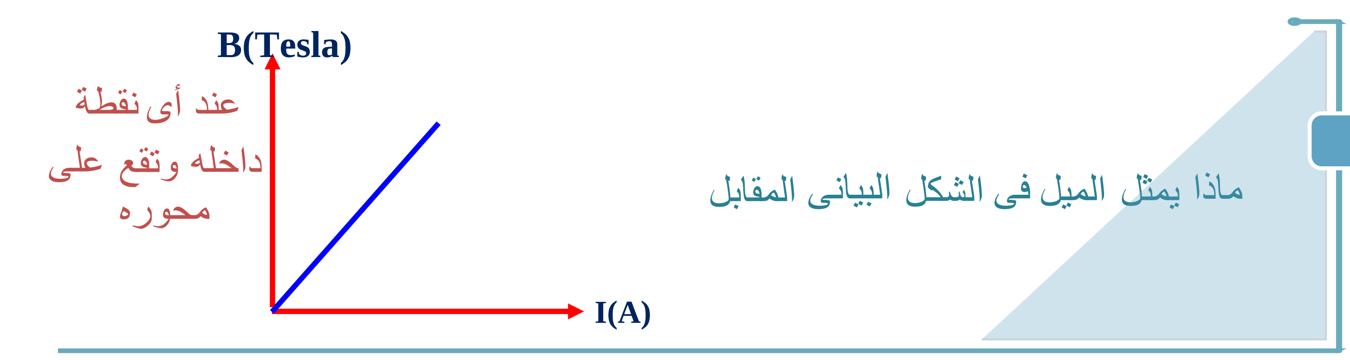
---

إذا ضغطت لفات ملف لولبى يمر به تيار كهربى شدته I إلى نصف طوله فإن كثافة الفيض داخله عند أى نقطة على محوره

( تقل إلى النصف - تزداد إلى الضعف - تزداد إلى أربعة أمثال – لاتتغير )

---

ماذا يمثل الميل فى الشكل البيانى المقابل




---

ملف دائرى قطره 5 cm يتكون من 10 لفات احسب كثافة الفيض عند مركزه إذا مر به تيار شدته 2 A

وإذا ابعدت لفاته بانتظام حتى أصبح طوله 10 cm احسب كثافة الفيض داخله عند أى نقطة على محوره

---

**ملف دائري قطر لفاته 2.5 cm يمر به تيار كهربي يولد مجالا مغناطيسيا عند مركزه كثافة فيضه $5\times10^{-3}$ تسلا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام حتي أصبح طوله 40 cm**

**احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بداخله وتقع علي محوره .**

---

طارق يحيي

**عندما تزيد شدة التيار الكهربائي في ملف لولبي من ( I ) إلى (6I) فإن كثافة الفيض المغناطيسي B بداخله تتغير من (B) إلى :**

❶ 6B ❷ 0.5 B ❸ 4B ❹ 16B

ملفان لولبيان لهما نفس الطول ونصف القطر ومعامل النفاذية وعدد لفات الاول ضعف عدد لفات الثاني ويمر في الثاني تيار كهربي ضعف الذي يمر في الاول فاحسب النسبة بين كثافة الفيض للأول الى كثافة الفيض للثاني

**بوكليت مصر دور أول ٢٠١٩**

في الشكل ملفان (X) ، (Y) عدد لفاتهما (n) ، (2n) على الترتيب يمر بكل منهما تيار كهربي شدته (I) ، العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي ( $B_1$ ) عند النقطة (C) على محور الملف ( X ) و كثافة الفيض المغناطيسي ( $B_2$ ) عند النقطة ( d ) على محور الملف ( Y ) هي :

ℓ
I X
C
2ℓ
I Y
d

ظلل الاجابة الصحيحة

| | |
|---|---|
| ❶ | $B_2=2B_1$ |
| ❷ | $B_2=B_1$ |
| ❸ | $B_2=B_1/2$ |
| ❹ | $B_2=B_1/4$ |

طارق يحيي

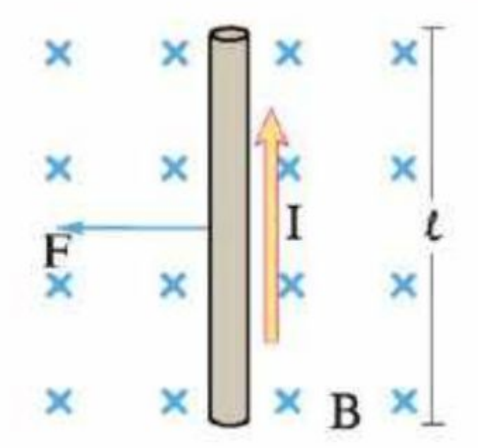





## القوة المؤثرة علي سلك يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي

### • القوة التى يؤثر بها مجال مغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع فى هذا المجال :

إذا وضعنا سلكا مستقيما يمر به تيار بين قطبى مغناطيس، فإنه تنشا قوة تؤثر علي السلك وتكون عمودية عليه وعلى المجال المغناطيسى كما هو مبين (شكل ٢-٧).




شكل (٢-٧)
القوة الناشئة عن مجال مغناطيسي على سلك يمر به تيار.
ملحوظة: (العلامة x تمثل الإتجاه داخل الصفحة)

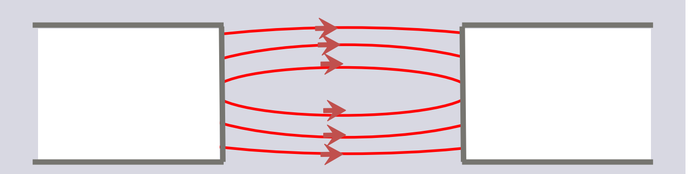
وينعكس اتجاه القوة إذا عكسنا اتجاه التيار فيه أو اتجاه المجال المغناطيسى المؤثر عليه. وفى كل الأحوال يكون اتجاه القوة عمودياً على كل من اتجاه التيار الكهربى واتجاه المجال.

تتطلب حركة السلك وجود قوة تحركه، وتكون بدورها عمودية على كل من اتجاه التيار الكهربى واتجاه المجال المغناطيسى. ويمكن تحديد اتجاه القوة التى يؤثر بها المجال المغناطيسى على سلك يمر به تيار كهربى موضوع عمودياً على اتجاه المجال، وذلك بتطبيق قاعدة اليد اليسرى لفلمنج.

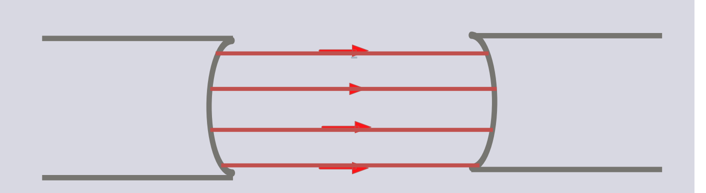
طارق يحيي

## ملاحظات هامة

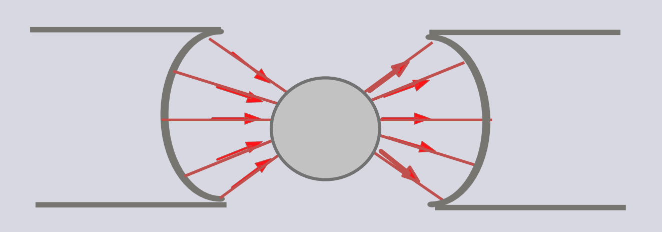
القضبان مستويان يجعل المجال
غير منتظم



تقعر خفيف يجعل المجال
منتظم بين الاقطاب
الدينامو و المحرك



تقعر كبير يجعل المجال
انصاف اقطار كثافته ثابته علي محيط دائره وداخله
الجلفانومتر



## الشرح والتوضيح

**اولا:** تم وضع السلك المستقيم الذي يمر به تيار كهربي في المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسين مختلفين شمالي وجنوبي لان الفيض المغناطيسي الذي ينشا بينهما يكون متوازي ومنتظم

**ثانيا:** استخدم الفيض في وضع عمودي علي مستوي الورقه من سقف الغرفه ( القطب الشمالي) الي ارضيه الغرفه( القطب الجنوبي ) مخترقا الورقه ويرمز لاتجاهه بالرمز ⊗

ألسلك موضوع في مستوي الورقه في هذه الحاله يكون السلك عمودي علي المجال عند اي وضع له علي الورقه سواء افقي او راسي او مائل بالنسبه لسطور الورقه اما اذا كان الفيض يتجه من ارضيه الغرفه (القطب الشمالي ) الي سقف الغرفه (القطب الجنوبي) مخترقا الورقه يرمز لاتجاهه بالرمز ⊙



**ثالثا:** يتاثر السلك عندما يمر به تيار كهربي بقوه يكون اتجاهها عموديا علي المجال وعلي اتجاه التيار في السلك وخط عملها في مستوي الصفحه

**ملاحظات هامة**

1. يرمز لاتجاه المجال الخارج من الصفحة بالعلامة ⊙
2. يرمز لاتجاه المجال المغناطيسي الداخل إلى الصفحة بالعلامة ⊗




نجعل اصبعى اليد اليسرى السبابة والإبهام متعامدين على بعضهما وعلى باقى الأصابع، بحيث تشير السبابة إلى اتجاه الفيض المغناطيسى وباقى الأصابع (ماعدا الإبهام) إلى اتجاه التيار، عندئذ يشير الإبهام الى اتجاه القوة المغناطيسية وبالتالى الى اتجاه حركة السلك، كما فى الشكل (٢-٨).

## قاعده اليد اليسري لفلمنج

هي القاعده التي تستخدم لتحديد اتجاه القوه التي يؤثر بها مجال مغناطيسي علي سلك مستقيم يمر به تيار كهربي والسلك عمودي علي هذا المجال

استخدم الفيض في وضع عمودي علي مستوي الورقه من سقف الغرفه (القطب الشمالي) الي ارضيه الغرفه( القطب الجنوبي )مخترقا الورقه ويرمز لاتجاهه بالرمز والسلك موضوع في مستوي الورقه في هذه الحاله يكون السلك عمودي علي المجال عند اي وضع له علي الورقه سواء افقي او راسي او مائل بالنسبه لسطور الورقه اما اذا كان الفيض يتجه من ارضيه (القطب الشمالي) الي سقف الغرفه (القطب الجنوبي) مخترقا الورقه يرمز لاتجاهه بالرمز

وقد وجد أن القوة المؤثرة على سلك يحمل تياراً كهربياً - يسرى عمودياً على مجال مغناطيسى - تتوقف على عدة عوامل هى :

١- طول السلك $\ell$

فالقوة F تتناسب طردياً مع طول السلك $\ell$ ، أى أن : $F \propto \ell$

٢- شدة التيار الكهربى I

فالقوة F تتناسب طردياً مع شدة التيار الكهربى المار فى السلك، أى أن $F \propto I$

٣- كثافة الفيض المغناطيسى B

فالقوة F تتناسب طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسى B ، اى ان $F \propto B$

وبذلك يكون :

$$F \propto BI\ell$$

$$\therefore F = const \times BI\ell$$

**من التجربه السابقه** يتاثر السلك عندما يمر به تيار كهربي بقوه يكون اتجاهها عموديا علي المجال وعلي اتجاه التيار في السلك وخط عملها في مستوي الصفحه

ولقد تم إتخاذ وحدة لكثافة الفيض المغناطيسى هى التسلا Tesla ، بحيث تولد قوة تساوى واحد نيوتن على سلك طوله واحد متر، يمر به تيار كهربى شدته واحد امبير

اى $Weber/m^2 = N/Am$

وعندئذ يكون :

$$F = BI\ell \quad (Newton) \qquad (٢-٤)$$

او

$$B = \frac{F}{I\ell} \quad Tesla$$

طارق يحيي

**تذكر**

إذا كانت F = بالنيوتن & B = تسلا & I = أمبير فان الثابت = 1

تسلا وتكافئ وبر / متر ٢ وتكافئ ايضا نيوتن / امبير. متر

**التسلا :**

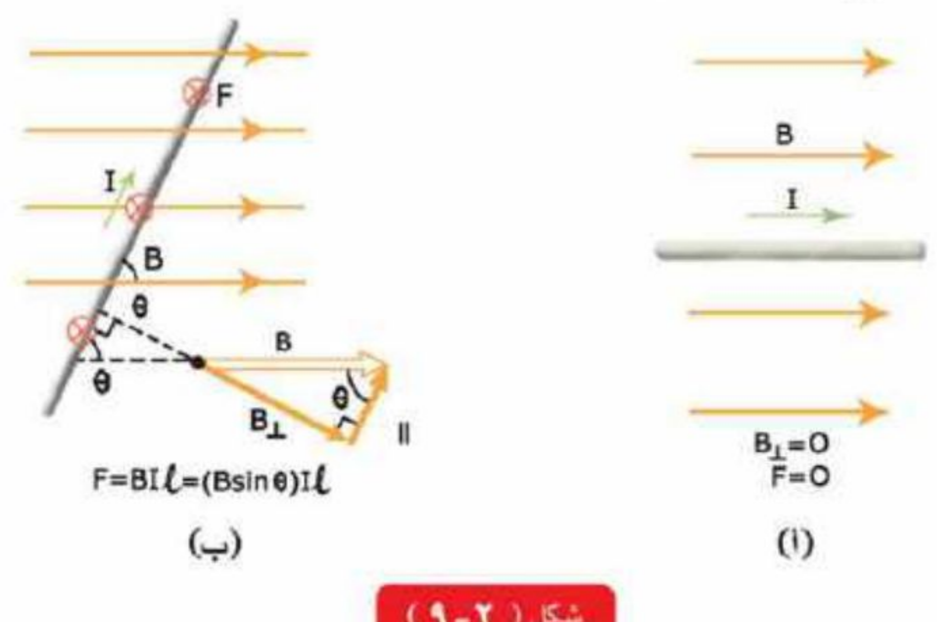
وحدة كثافة الفيض المغناطيسي ، وهي كثافة الفيض المغناطيسي الذي يولد قوة مقدارها نيوتن واحد على سلك طوله متر واحد يمر به تيار كهربي شدته أمبير واحد، عندما يكون السلك عموديا على خطوط الفيض المغناطيسي.

وعندما يكون السلك الذي يمر به التيار الكهربي في إتجاه يميل على إتجاه المجال بزاوية $\theta$ -كما في الشكل (٢-٩)- عندئذ يمكن تحليل كثافة الفيض المغناطيسي الى مركبتين ، إحداهما موازية لاتجاه التيار في السلك، ومقدارها $B \cos \theta$ ، والأخرى عمودية على إتجاه التيار في السلك، ومقدارها $B \sin \theta$ ، وفي هذه الحالة تكون ،

$$F = BI\ell \sin \theta$$

من هذه العلاقة، تتبين أن القوة F تنعدم عندما تكون $\theta$ مساوية للصفر، أي عندما يكون السلك والمجال المغناطيسي متوازيين.

يمكنك تخيل اتجاه القوة في حالات مختلفة مع مراعاة أن علامة ⊙ معناها خارج الصفحة وعلامة ⊗ معناها داخل الصفحة.




شكل (٢-٩)

سلك يمر به تيار في إتجاه يميل على إتجاه المجال المغناطيسي بزاوية $\theta$

أ- تنعدم القوة عند $\theta = 0$ (السلك في إتجاه المجال)    ب- تنشأ قوة عندما تكون $\theta$ لا تساوي صفر

طارق يحيي

# الشرح والتوضيح

## بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية

ماذا يحدث لو ان السلك اصبح غير عمودي علي المجال المغناطيسي ويصنع مع المجال زاويه

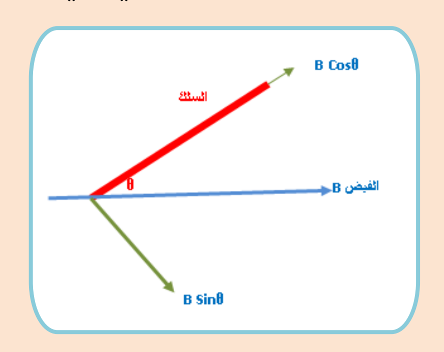
س : هل يتاثر بقوه ام لا ؟

**نعم** يتاثر بقوة لكنها اقل من القوة في وضعه العمودي علي المجال

س : ما مقدار هذه القوه؟

يتم تحليل كثافة الفيض الي مركبتين متعامدتين :

1. مركبة موازية للتيار في السلك ومقدارها ( $B \cos \theta$ ) وهي لا تؤثر باي قوة علي السلك
2. مركبة عمودية علي اتجاه التيار المار في السلك ومقداره ($B \sin \theta$) وهي التي تؤثر علي السلك بقوة



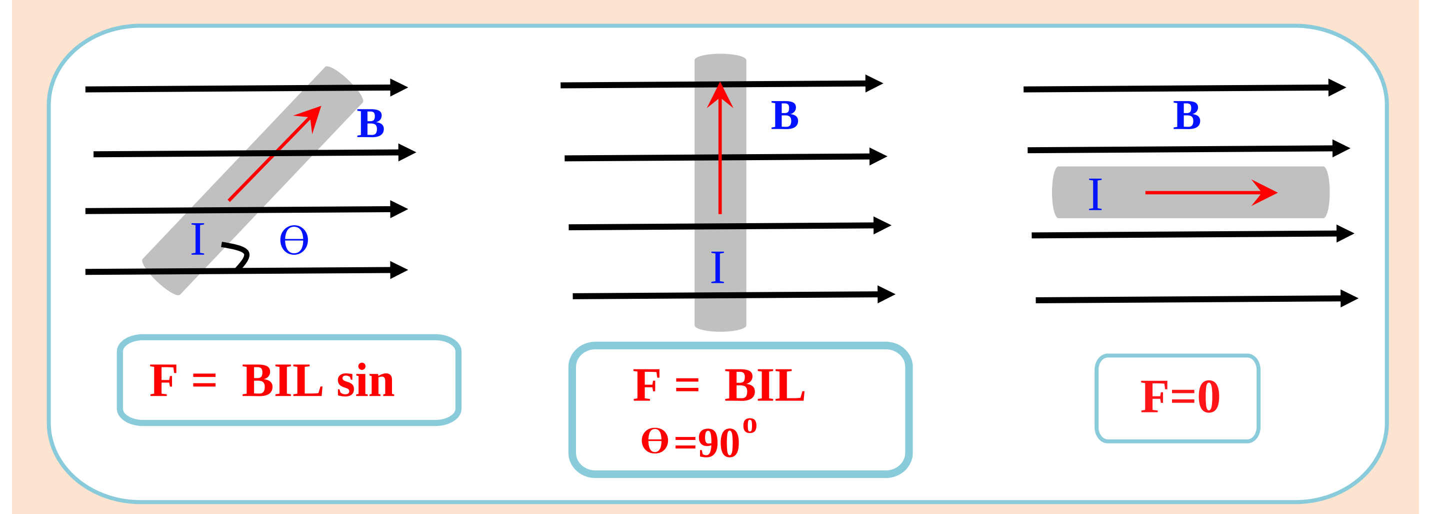

$$F = B\ I\ L \sin\theta$$

معنى ذلك ان السلك لو وضع موازي للمجال لن يتاثر باي قوه وايضا تنعدم القوة لو انقطع مرور التيار فيه اوازيل المجال

س وضع سلك يمر به تيار كهربي في مجال مغناطيسي ؟

ماهي قيمه اكبر قوه تؤثر علي السلك

وقيمه اصغر قوه تؤثر علي السلك



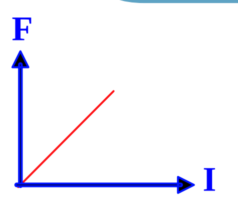

ð



# تدريبات

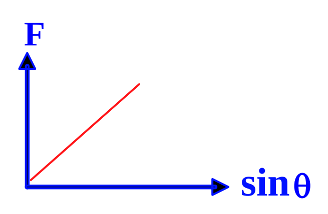
اكتب ما يساويه الميل في العلاقات البيانيه الاتيه:_

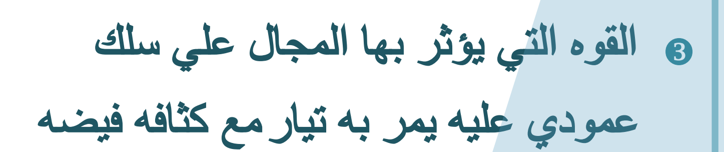

❶ القوة التى يؤثر بها المجال على سلك موضوع فى المجال مع شده التيار فيه

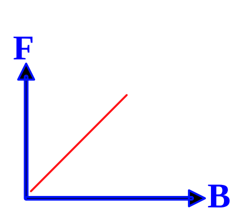




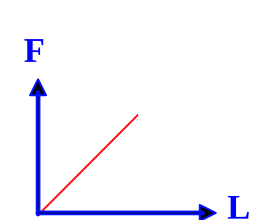
❷ القوه التي يؤثر بها المجال علي سلك عمودي عليه يمر به تيار مع زاويه ميله





❸ القوه التي يؤثر بها المجال علي سلك عمودي عليه يمر به تيار مع كثافه فيضه



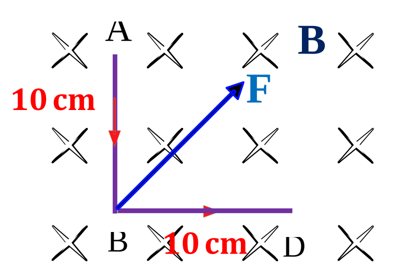

❹ القوه التي يؤثر بها المجال علي سلك عمودي عليه يمر به تيار مع طوله



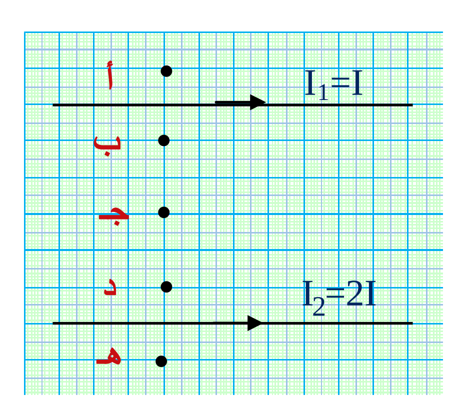

اذكر القاعده التي يتحدد بها اتجاه القوه ويؤثر بها مجال مغناطيسي علي سلك تيار كهربي موضوع في المجال

**سلك مستقيم طوله** 0.3m وضع متعامدا على مجال مغناطيسي منتظم $4\times10^{4}$ tesla إذا مر به تيار شدته 2A فإن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة عليه بالنيوتن تساوي:

❶ 15
❷ 2.4×10 2
❸ 26.7×10 2
❹ صفر




وضع سلك علي شكل زاويه قائمه طول كل ضلع 10 cm في مستوي الورقه في مجال مغناطيسي كثافته 1Tesla يخترق الورقه للداخل احسب محصله القوه واتجاهها التي يتاثربها السلك اذا مر به تيار شدته 1A



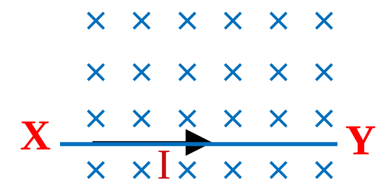

في أي النقاط الموضحة بالشكل المجاور ، تكون محصلة شدة المجال المغناطيسي الناشئ عن التيارين ($I_1$، $I_2$) مساوية للصفر ؟ .

في الشكل المجاور

سلك حر الحركة ومواز لمستوى الورقة ومتعامد مع خطوط مجال مغناطيسي منتظم متعامد مع سطح الورقة ويخترقها للخارج وبالتالي فإن السلك

أ) يتحرك إلى اليمين
ب) يتحرك إلى اليسار
ج) يدور مع عقارب الساعة
د) يدور عكس عقارب الساعة

في الشكل المجاور



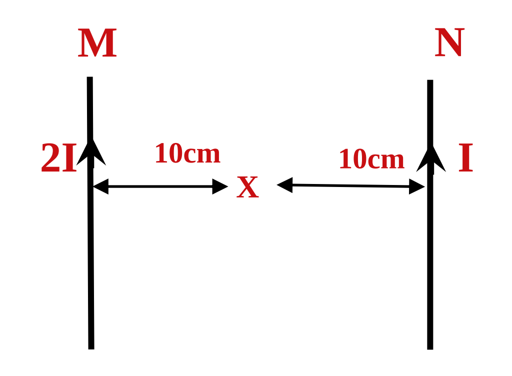

اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك (X، Y) بالنسبة إلى الورقة يكون إلى

❶ الداخل
❷ الأعلى
❸ الأسفل
❹ الخارج

وضع سلك يمر يمر به تيار كهربي في مجال مغناطيسي ماهي قيمه اكبر قوه تؤثر علي السلك ومتي تنعدم هذه القوه

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٢**

في الشكل سلكان طويلان جداعند ازاحة السلك $b$ مسافة **3cm** باتجاه النقطة **X** فإن كثافة الفيض الكلية عند النقطة **X**




| | |
|---|---|
| ❶ | تزداد |
| ② | تقل |
| ③ | لا تتغير |
| ④ | تصبح صفر |

**نماذج تدريبية ٢٠١٩**

سلك طوله 1 m يمر به تيار شدته I A موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 4 T اتجاهه يميل على السلك بزاوية $\theta$ . يبين الجدول التالي العلاقة بين القوة ( F ) المؤثرة على السلك وشدة التيار الكهربى (I) المار فيه.

| F (N) | 10 | 14 | 18 | 22 | 26 |
|---|---|---|---|---|---|
| I (A) | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 |

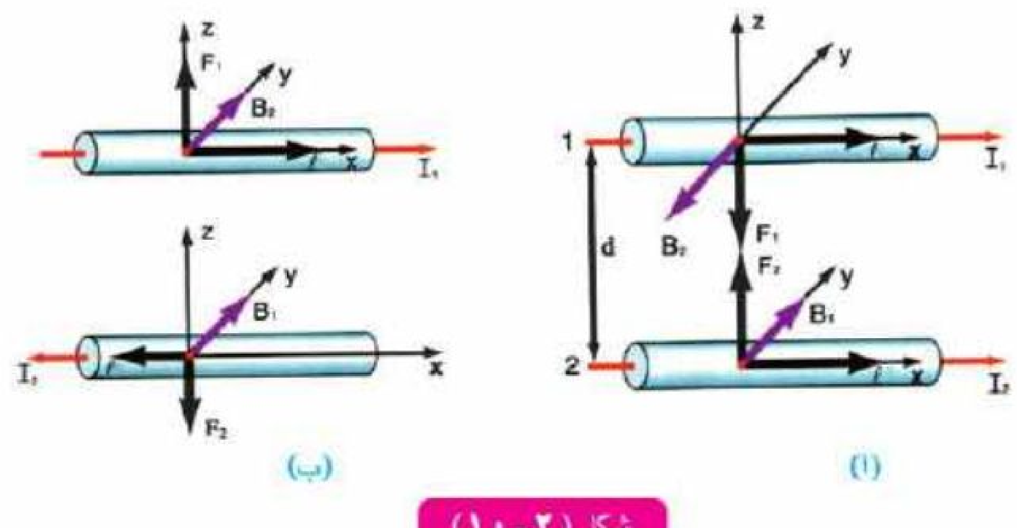
ارسم العلاقة البيانية بين **F** (N) على المحور الرأسي و**I** (A) على المحور الأفقي ومن الرسم أوجد الزاوية $\theta$ بين اتجاه المجال المغناطيسي والسلك.

طارق يحيي

الدرس

# القوة المتبادلة بين سلكين متوازين يحملان تيارين

عندما يمر تيار $I_1$ فى سلك وتيار $I_2$ فى سلك آخر مواز، فإنه تنشأ قوة بين السلكين. وتكون القوة تجاذبية، إذا كان التياران فى نفس الاتجاه، وتنافرية إذا كان التياران في عكس الاتجاه. ويمكن حساب القوة على الوجه التالى:




شكل (٢-١٠)

القوة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين

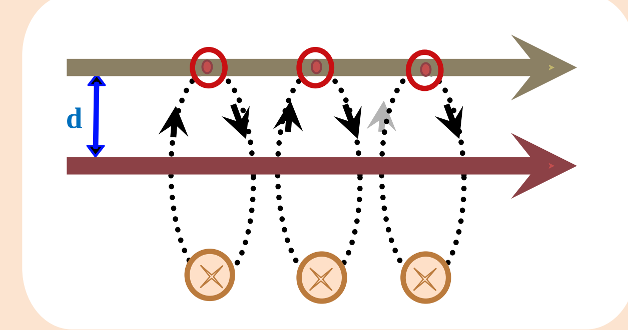
أ - التياران فى نفس الاتجاه ب - التياران فى اتجاهين متضادين

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

$$F_1 = B_2 I_1 \ell = \left(\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}\right) I_1 \ell$$

$$F_1 = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi d}$$

## الشرح والتوضيح




عندما يمر تيار $(I_1)$ فى سلك وتيار $(I_2)$ فى سلك اخر موازى فانه تنشئ قوة بين سلكين وتكون القوه تجاذبيه اذا كان التيار فى نفس الاتجاه وتنافريه اذا كان سلكين فى عكس الاتجاه ويمكن حساب القوه على وجهه ثانى

السلك صاحب التيار $(I_2)$ في مستوي الورقه ويتجه فيه التيار نحو اليمين تكون خطوط المجال حوله دائريه في اتجاه عقارب الساعه ومستواهها عمودي علي الورقه وتخترقها عند نقطتين نقطه الخروج من اعلي السلك ونقطه الدخول اسفل السلك

فاذا وضع السلك صاحب التيار $(I_1)$ موازي للسلك صاحب التيار $(I_2)$ من اعلي فانه يمس كل خطوط الفيض الخارجيه من الصفحه عند نقطه الخروج ويمثل اتجاه المماس لهذه الخطوط اتجاه كثافه الفيض $B_2$ للتيار $(I_2)$ وقيمته عند اي نقطه علي السلك $(I_1)$ تساوي

$$B = \mu \frac{I}{2\pi d}$$

حيث d المسافه العموديه بين النقطه والسلكين

وبما ان السلك الذ ي يمر به التيار $(I_1)$ موضوع عمودي ( علي المماسات) علي قيمه الفيض فانه يتاثر بقوه جذب نحو نحو السلك الذي يمر فيه التيار اذا كان اتجاه التيار فيه هو نفس اتجاه التيار في $(I_2)$ ومقدار هذه القوه

القوه التي يتاثر بها السلك $(I_1)$

$$F_1 = B_2 I_1 L$$

وبالمثل (1) يؤثر علي السلك (2) بنفس القوه

**تعليق علي القوه بين سلكين**

تتسائل اذا كان السلك الاول يتاثر بقوه $F_1$ نحو السلك الثاني والثاني يتاثر بقوه $F_2$ نحو السلك الاول

تقول انهما قوتان متضادتان فالمحصله صفر اذا كان

هذا خطا لان هذه الظاهره تشبه قوه التجاذب المادي بين كتلتين وقوه التجاذب الكهربي بين شحنتين (قانون نيوتن للجذب العام وقانون كولوم)

# أمثلة محلولة

١- سلك طوله 30cm يمر به تيار شدته 4A وضع عموديا على إتجاه مجال مغناطيسى فتاثر بقوة مقدارها 6 N إحسب كثافة الفيض المغناطيسى.

**الحــــل:**

$$F = BI\ell$$

$$6 = B \times 4 \times 0.3$$

$$B = \frac{6}{4 \times 0.3} = \frac{6}{1.2} = 5 \text{ Tesla}$$

٢- مستخدما بيانات المثال السابق إحسب القوة التى يؤثر بها المجال المغناطيسى على نفس السلك عندما تكون الزاوية بينهما $30^\circ$

**الحــــل:**

$$F = BI\ell \sin\theta$$

$$= 5 \times 4 \times 0.3 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ N}$$

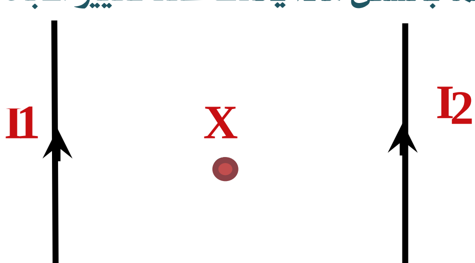
# تدريبات

**بوكليت مصر دور أول ٢٠١٩**

سلكان طويلان متوازيان يمر بكل منهما تيار مختلف الشدة كما بالشكل ماذا يحدث عند تغيير اتجاه التيار في أحد السلكين لكل من :

أولا كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطة ( X )

ثانيا : مقدار القوة المتبادلة بين السلكين ؟




**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٧**

في الشكل المجاور ثلاثة أسلاك طويلة

أي الأسلاك لا يتأثر بقوة مغناطيسية

X Y Z

I 3I 2I

d 2d

طارق يحيي



## القوة و العزم المؤثران علي ملف مستطيل يمر به تيار كهربي (وموضوع في مجال مغناطيسي)

### • القوة والعزم المؤثران على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى

إذا كان لدينا ملف abcd (شكل ٢-١١) مستواه يوازى خطوط الفيض للمجال المغناطيسى المنتظم، فإن كلا من ad , bc يكونان موازيين لخطوط الفيض. وتكون القوة المؤثرة على كل منها تساوى صفراً، اما كلا من ab , cd فيكونان عموديين على خطوط الفيض، لذا يتأثران بقوتين متساويتين فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه، وتكونان متوازيتين، وقيمة كل منهما $F=BI\ \ell_{cd}$ ، وبينهما مسافة عمودية تمثل بطول الضلع = $\ell_{ad}$ أو $\ell_{bc}$ ، ولذا يتأثر الملف بإزدواج يعمل على دوران الملف حول محوره. وتكون قيمة عزم الإزدواج هى :

العزم = إحدى القوتين × البعد العمودى بينهما

$$\tau = BI\ \ell_{cd} \cdot \ell_{bc} = BIA$$

حيث A هى مساحة مقطع الملف = $\ell_{bc}\ \ell_{cd}$

وإذا كان الملف يحتوى على N لفة فإن العزم الكلى يساوى:

$$\tau = BIAN = B|\vec{m}_d| \qquad (٢-٥)$$

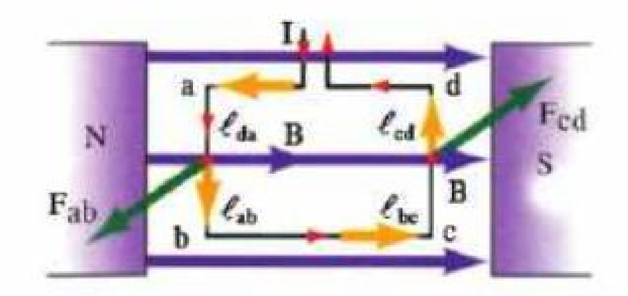
حيث $|\vec{m}_d| = IAN$ وهو عزم ثنائى القطب المغناطيسى Magnetic Dipole Moment وهو كمية متجهة واتجاهها عمودى على المساحة فى اتجاه تقدم بريمة اليد اليمنى فى اتجاه الربط، وهو اتجاه التيار. وعلى ذلك إذا كان الملف عمودياً على خطوط الفيض فإن عزم الإزدواج المؤثر يساوى صفراً.

أما إذا كان مستوى الملف يميل على خطوط الفيض فإن عزم الإزدواج

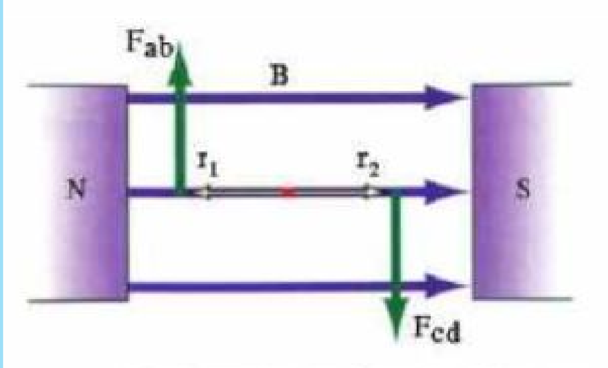
$$\tau = BIAN \sin\theta \qquad (٢-٦)$$

حيث θ هى الزاوية بين العمودى على مستوى الملف (وهو اتجاه عزم ثنائى القطب المغناطيسى $\vec{m}_d$) وخطوط الفيض المغناطيسى. ويقاس عزم الإزدواج بالوحدة Nm.

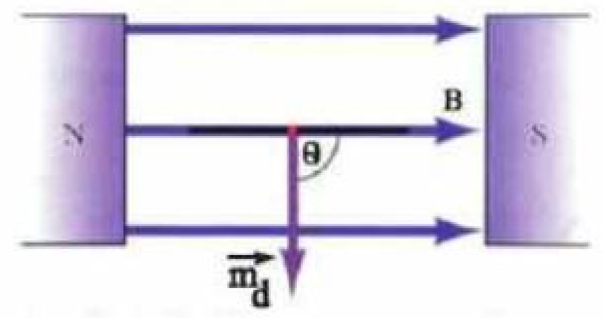
تستخدم فكرة عزم الازدواج فى عمل ملف يمر به تيار كهربى فى أجهزة القياس الكهربية، وأيضا فى المحرك الكهربى والذى سيتم تناوله بالتفصيل فى نهاية الفصل الثالث.



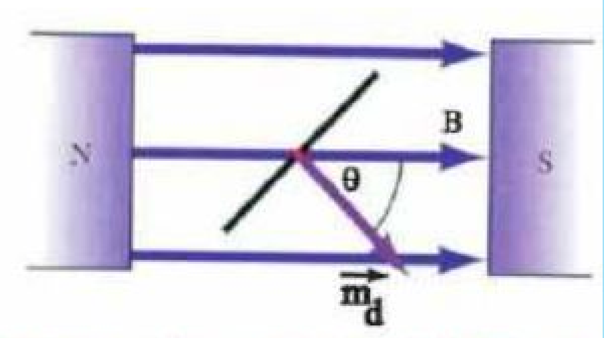

ا- الملف موازى للمجال.



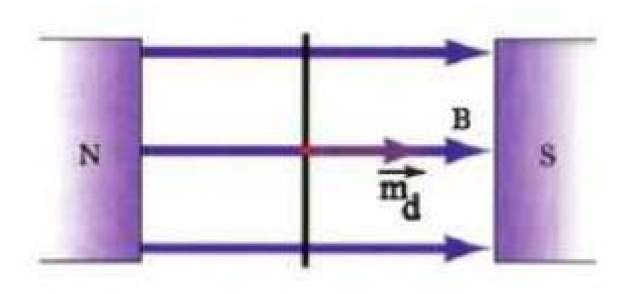

ب- منظر عندما يكون موازيا للمجال.




جـ - منظر حين يكون عزم ثنائى القطب المغناطيسى عموديا على المجال.




د - منظر للملف من أعلى حين يكون عزم ثنائى القطب المغناطيسى يميل بزاوية Θ مع المجال.




هـ - منظر حين يكون الملف عموديا على المجال أى عزم ثنائى القطب المغناطيسى مواز للمجال ويكون الازدواج صفراً.

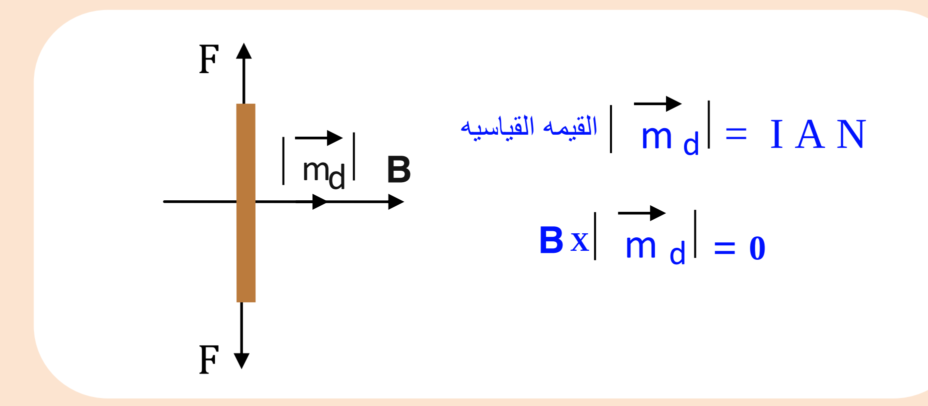
## الشرح والتوضيح

س علل اذا كان الملف عمودي علي خطوط الفيض المغناطيسي فان عزم الازدواج المؤثر يساوي صفر

جـ : عندما يصبح مستوي الملف عموديا علي خطوط الفيض المغناطيسي فان

$\theta=0$ وعندها $Sin0 = 0$

وبالتالي يكون عزم الازدواج مساويا للصفر لان عزم ثنائي القطب المغناطيسي يصبح موازيا للمجال .




س : ما هي وحده قياس عزم ثنائي القطب ؟

جـ : نيوتن . متر / تسلا = امبير .متر٢

س : ما هي وحده قياس عزم الازدواج ؟

جـ : نيوتن متر وتكافئ جول

س : ما هي فكره عمل اجهزه القياس الكهربي والمحرك الكهربي ؟

عزم الازدواج المؤثر علي ملف مستطيل يمر به تيار كهربي والملف موضوع في مجال مغناطيسي منتظم

س : علل تعتمد فكره عمل اجهزه القياس الكهربي والمحرك الكهربي علي عزم الازدواج الذي يؤثر علي ملف ؟

لان هذه الاجهزه بها ملفات يمر بها تياروموضوعه في مجال مغناطيسي فتتاثر

بعزم يعمل علي دورانها حول محورها

## ملاحظات هامة

1. بدوران الملف من الوضع الموازي للمجال تتناقص المسافة العمودية بين القوتين ويتناقص عزم الازدواج
2. عندما يصنع العمودي علي مستوي الملف مع اتجاه المجال زاويه $\theta$ فان
عزم الازدواج المؤثر $\tau = B\ I\ A\ N\ Sin\ \theta$
3. عندما يصبح مستوي الملف عموديا علي خطوط الفيض المغناطيسي فان
$\theta=0$ و $Sin0 = 0$ وبالتالي ينعدم عزم الازدواج
4. العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج:
   1. كثافة الفيض المغناطيسي B
   2. مساحة وجه الملف A
   3. شدة التيار المار في الملف I
   4. عدد اللفات N
   5. جيب الزاوية بين العمودي علي مستوي الملف و اتجاه الفيض $\sin\theta$

### تعليق علي عزم الازدواج

لايعتمد عزم الازدواج علي ابعاده ولكن علي مساحه وجه
يعني هذا ان الملف الدائري والملف المستطيل او المربع
الشكل عندما يكون متساويين في المساحه وعدد اللفات
ويمر بهما نفس التيار يتاثر كلا منهم بنفس عزم الازدواج

## العلاقات الرياضية

لحساب عزم الإزدواج المؤثر في ملف مستطيل يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي :

$$\tau = BIAN\sin\theta = B|\vec{m}_d|\sin\theta$$

حيث : ( $\theta$ ) الزاوية المحصورة بين العمودي علي مستوي الملف و الفيض المغناطيسي .
( $m_d$ ) عزم ثنائي القطب المغناطيسي .

طارق يحيي

# تدريبات

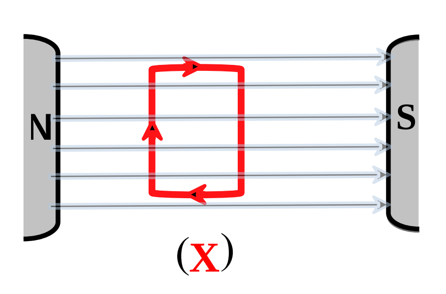
القاعده التي يتحدد بهاعزم ثنائي القطب المغناطيسي لملف هي
(امبير لليد اليمني ـ فلمنج لليد اليسري ـ البريمه اليمني ـ لنز)

توضع ملف مستطيل الشكل طوله 10 cm وعرضه 5cm ويمر
به تيار كهربي شدته 2A في مجال مغناطيسي كثافته 0.5 T
احسب اقصي ازدواج يؤثر علي الملف

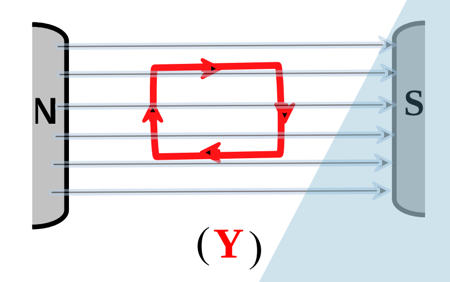
ـملف مساحته $0.01m^2$ مكون من لفة واحدة ، وضع في مجال مغناطيسي شدته 0.1tesla ، و يمر به تيار شدته 2A احسب مقدار العزم المؤثر على الملف ، إذا علمت أن مستواه يصنع زاوية قدرها $60^o$ مع اتجاه المجال المغناطيسي

## اختر الاجابة الصحيحة

وضع ملف مستطيل الشكل موازي لمجال مغناطيسي بالكيفيه ( X )
مره وبالكيفيه (Y) مره اخري في نفس المجال ويمر به نفس التيار
كما بالشكل



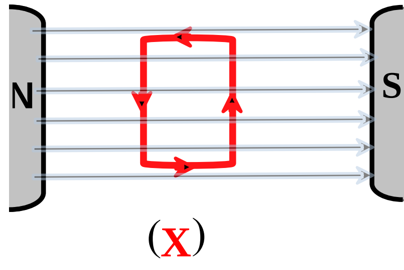

(X)



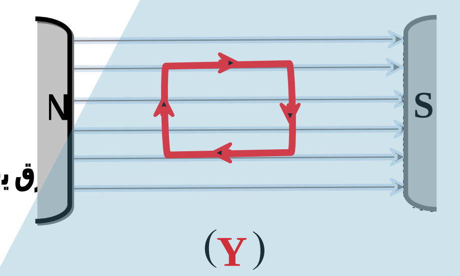

(Y)

❶ $\tau_1 < \tau_2$ ❷ $\tau_1 < \tau_2$ ❸ $\tau_1 = -\tau_2$ ❹ $\tau_1 = \tau_2$

في هذه الحالة




(X)




(Y)

❶ $\tau_1 < \tau_2$ ❷ $\tau_1 < \tau_2$ ❸ $\tau_1 = -\tau_2$ ❹ $\tau_1 = \tau_2$

قارن بين تاثير مجال مغناطيسي منتظم علي سلك يمر به تيار كهربي وعمودي علي المجال وعلي ملف مستطيل يمر به تيار كهربي وموازي للمجال.

òÓ

ملف دائري قطره 5 cm وعدد لفاته 100 لفه ويمر به تيار وضع في مجال مغناطيسي كثافته فيضه 0.1 T بحيث يصنع مستواه زاويه $30^o$ مع المجال احسب

١-عزم ثنائي القطب المغناطيسي

٢-عزم الازدواج المؤثر علي الملف

òç ß í

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٩**

ملف عدد لفاته 500 لفة يمر فيه تيار شدته ( I ) ومستواه موزاي لفيض مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ( 0.1T ) يسجل الجدول علامة عزم الازدواج ( τ ) المؤثر على الملف وشدة التيار ( I ) المار فيه

| τ ( N.m) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|
| I(A) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

ولا : ارسم علاقة بين عزم الازدواج ( τ ) على المحور الرأسي وشدة التيار ( I ) على المحور الأفقي
ثانيا استخدم ميل الخط المستقيم الناتج لايجاد مساحة مقطع الملف.

**نماذج تدريبية ٢٠١٩**

عزم ثنائي القطب المغناطيسي لملف طوله 0.3m وعرضه 0.2m وعدد لفاته 1000 لفة ويمر به تيار شدته 2A يساوي :

أ) $70\ A.m^2$

ب) $80\ A.m^2$

ج) $100\ A.m^2$

د) $120\ A.m^2$





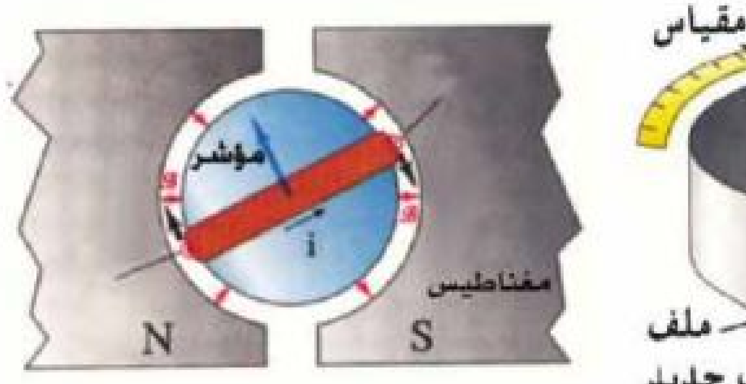
الدرس

# الجلفانوميتر ذو الملف المتحرك

## تطبيقات: أجهزة القياس الكهربية

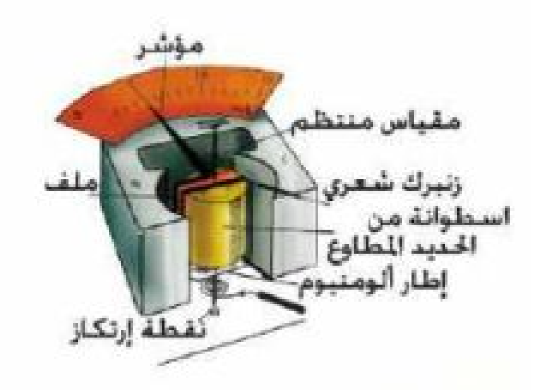
### الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (الجلفانومتر الحساس):

الجلفانومتر ذو الملف المتحرك Moving Coil Galvanometer جهاز يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربية ضعيفة جداً فى دائرة ما، وقياس شدتها، وتحديد إتجاهها. وتعتمد فكرة عمله على عزم الإزدواج المؤثر فى ملف يمر به تيار كهربى قابل للحركة فى مجال مغناطيسى.




أ- منظر مبسط للجلفانومتر عندما يكون المؤشر فى منتصف التدريج.

ب- منظر علوى.




جـ - الجلفانومتر وقد تحول إلى ميللى اميتر.




د - منظر علوى.

والأجزاء الرئيسية لهذا الجهاز (شكل ٢ - ١٢) هى ملف من سلك رفيع ملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم يمكن أن يدور حول محوره. ويوضع قلب من الحديد المطاوع Soft Iron على هيئة اسطوانة ثابتة، يرتكز الملف على حوامل من العقيق، بحيث يقع بين قطبى مغناطيس قوى على شكل حذاء الفرس Horse Shoe. ويتحكم فى حركته زوج من الملفات اللولبية (أو الزنبركية) تعمل كوصلات للتيار بالنسبة للملف. وتبعاً لاتجاه شدة التيار

المراد قياسه يمكن للملف والمؤشر أن يتحركا في إتجاه حركة عقارب الساعة أو في عكس إتجاه حركة عقارب الساعة. ويلاحظ من الشكل أن القطبين المغناطيسيين الدائمين مقعران ، بحيث تكون خطوط الفيض المغناطيسي بينهما على هيئة أنصاف أقطار، مما يجعل كثافة الفيض المغناطيسي ثابتة في الحيز الذي يتحرك فيه الملف مهما كانت زاوية الملف. وخطوط المجال موازية لمستوى الملف وعمودية على الضلعين الطوليين له. وهذا بدوره يجعل انحراف المؤشر يتناسب مع شدة التيار المار في الملف. عندما يمر التيار الكهربي في الملف من طرفه الأيمن في إتجاه إلى داخل الورقة ليخرج من طرفه الأيسر في إتجاه خارج الورقة فإن القوى المغناطيسية ستولد عزماً يعمل على دوران الملف في إتجاه حركة عقارب الساعة. وسيتحرك المؤشر حتى يستقر أمام قراءة معينة في الوضع الذي يتزن فيه هذا العزم مع عزم الإزدواج الناشىء عن لي الملفات الزنبركية الذي يعمل في عكس إتجاه حركة عقارب الساعة. وتدل قراءة المؤشر على قيمة شدة التيار. وعندما يمر التيار الكهربي في الملف في إتجاه مضاد يتحرك المؤشر في عكس إتجاه حركة عقارب الساعة.

## المناقشه

١- ماهو الجلفانومتر ذو الملف المتحرك او ما هى استخدامته
٢- ما هى فكرة عمل الجلفانومتر الحساس او ماهى نظريه عمله
٣- مما يتركب الجلفانومتر الحساس
وضح برسم التخطيطى مع كتابه البيانات على الرسم تركيب الجلفانومتر

### ما وظيفه كل من

1. الاطار الالومنيوم الملفوف عليه ملف الجلفانومتر
(يحفظ شكل الملف فى صورة مستطيل لان سلكه رفيع جدا)
2. الاسطوانه الحديديه داخل الملف
(تركيز خطوط المجال داخل الملف )

طارق يحيي

3. حوامل العقيق التى يرتكز عليها اطار الملف
(تقليل مقاومه الاحتكاك اثناء الدوران)



علل :_

١- تقعر القطبان المغناطسيان فى الجلفانومتر

٢- صفر تدريج الجلفانومتر الحساس في المنتصف

٣-يتناسب مقدار انحراف مؤشر الجلفانومتر الحساس طردي مع شده التيار المار فيه فقط

٤-وجود ملفات زنبركيه في الجلفانومتر الحساس

٥-محصله عزم الازدواج المؤثر علي ملف الجلفانومتر عندما يستقر مؤشره امام قراءه معينه يساوي صفر -

**حساسية الجلفانومتر :**

تعرف حساسية الجلفانومتر بزاوية انحراف مؤشره عن وضع الصفر عند مرور تيار فيه شدته الوحدة. وتساوى $\frac{\theta}{I}$ ووحداته درجة/ميكرو امبير (deg /μA)

**لاحظ**

لكل جلفانومتر حساسيه ولايمكن زياده حساسيته الااذا استبدلت بعض مكوناته مثل القطبان المغناطيسيان باخري اقوي وكذلك استبدال سلك ملفه باخر مقاومته النوعيه اصغر ولكن يمكن انقاص حساسيته وفي هذه الحاله يمكنه قياس شده تيارات كبيره ويتحول الي ملي اميتر او اميتر بعد معايره تدريجه

# تدريبات

عرف حساسيه الجلفانومتر ؟

ايهما اكثر حساسيه جلفانومتر ينحرف مؤشره بزاويه $60^{o}$ عندما يمر به تيار شدته 0 01 mA ام جلفانومتر ينحرف مؤشره بزاويه $45^{o}$ عندما يمر به تيار شدته 10 μA

اذا كان مؤشر الجلفانومتر يعطي انحراف $30^{o}$ عن وضع الصفر اذا مر به تيار شدته 0 01 mA احسب حساسيته

طارق يحيي

اذا كانت الزاويه التي يصنعها مؤشر جلفانومتر عندما يكون عند اقصي قراءه علي يمين الصفر واقصي قراءه علي يسار الصفر $90^{o}$ احسب حساسيته

ما هي طريقه توصيل الجلفانومتر في الدائره الكهربيه

لماذا لا يصلح الجلفانومتر الحساس في قياس شده تيارات كبيره تقدر بالامبيرات

هل تعتمد قراءه الجلفانومتر الحساس اذا كان بجواره مغناطيس خارجي ولماذا

**نماذج تدريبية ٢٠١٩ علل**

**مقدار عزم الازدواج المغناطيسي المؤثر على ملف جلفانومتر حساس لا يتغير أثناء حركة المؤشر من صفر التدريج وحتى يستقر عند القراءة المعبرة عن شدة التيار المار خلاله؟**

**اختر الاجابة الصحيحة**

يشير مؤشر الجلفانومتر إلى شدة التيار المار فيه عندما يكون :

1. عزم الزنبرك < عزم الملف
2. عزم الزنبرك = عزم الملف
3. عزم الزنبرك > عزم الملف
4. عزم الملف = الصفر

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٩**

علل : يتصل ملف الجلفانومتر ذو الملف المتحرك بزوج من الملفات الزنبركية (يكتفي بسببين).

طارق يحيي



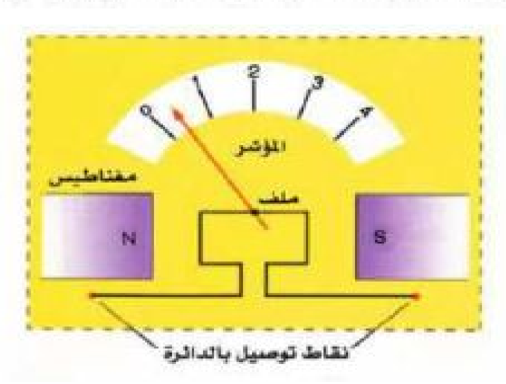


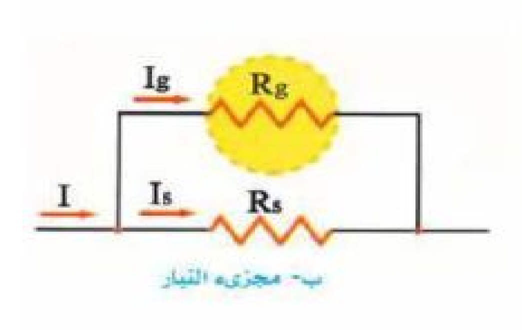



# الدرس
## اميتر التيار المستمر

### تطبيقات على الجلفانومتر:
### أميتر التيار المستمر DC Ammeter :

يستخدم الجلفانومتر لقياس تيارات كهربية ضعيفة. ويمكن تحويل الجلفانومتر إلى أميتر لقياس تيارات شدتها عالية. فالأميتر هو جهاز يستخدم بعد معايرة تدريجه لقياس شدة التيار المار فى دائرته مباشرة. والجلفانومتر ذو الملف المتحرك يمكن النظر إليه كاميتر غير أنه محدود بحساسية ملفه المتحرك. ولزيادة مدى الجلفانومتر يكون ضروريا إضافة مقاومة صغيرة جداً تسمى مجزىء التيار $R_s$ توصل على التوازى مع ملف الجلفانومتر $R_g$ كما فى الشكل ( ٢-١٣ ).




ب- مجزىء التيار

ويلاحظ أن توصيل مجزىء التيار على التوازى يجعل مقاومة الأميتر ككل صغيرة جداً. وهذا أمر مطلوب حتى لا تتغير شدة التيار المراد قياسه تغيرا ملحوظا بعد إدخال الأميتر فى الدائرة على التوالى.

كما أن الجانب الأعظم من هذا التيار يمر فى المجزىء، ويرمز له بالرمز $I_s$. ويمر فى ملف الجلفانومتر تيار صغير فقط شدته $I_g$. وعندما تكون النهاية العظمى للتيار المراد قياسه هى $I$ فإن ،

$$I = I_g + I_s$$

وعندما تكون مقاومة ملف الجهاز $R_g$ ومقاومة مجزئ التيار $R_s$ فإن ،

$$I_s R_s = I_g R_g$$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I_s}$$

لأن المقاومتين $R_g$ ، $R_s$ متصلتان على التوازي، فيكون فرق الجهد بين طرفيهما واحداً.

ويمكن حل المعادلتين معا لإيجاد مقاومة مجزىء التيار $R_s$ نجد ان ،

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \quad (٢-٧)$$

## الشرح والتوضيح

عرفت في الدرس السابق لماذا لايصلح الجلفانومتر لقياس تيارات شدتها عاليه
كيف يمكن زياده مدي الجلفانومتر لقياس تيارات شدتها عاليه

ناتي بجلفانومتر صفر تدريجه ليس بالمنتصف ونوصل مع ملفه مقاومه صغيره جدا علي التوازي تسمي مجزئ التيار $R_s$ يمر بها اكبر قدر من التيار الكلي حيث

$I = Is + Ig$ $\qquad$ $Is = I \quad Ig$

ولايمر في ملف الجلفانومتر سوي قدر ضئيل من التيار e وبالتالي تصبح المقاومه الكليه له صغيره جدا وهذا مطلوب حتي لايؤثر علي شده التيار المار في الدائره حيث انه يوصل في الدائره علي التوالي

س : عرف مجزئ التيار مافائدته؟

## تدريبات

جلفانومتر مقاومه ملفه $0.1\ \Omega$ ينحرف مؤشره الي نهايه تدريجه اذا مر به تيار شدته $1\ mA$ احسب قيمه مجزئ التيار اللازمه لزياده مدى لقياس تيار شدته $1\ A$

اذا كان كل قسم من اقسام ملي اميتر يمثل $1\ mA$ احسب مقاومه المجزئ اللازم لجعل كل قسم يمثل $1\ A$ اذا كانت مقاومه ملفه $2\Omega$

طارق يحيي

اذا اردنا انقاص حساسيه اوتقليل حساسيه جلفانومتر الي العشر توصل مع ملفه مقاومه علي التوازي تساوي

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٩**

اذكر وظيفة واحدة لمجزيء التيار

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٧**

اتصل جلفانومتر حساس بمجزئ للتيار (X) قيمته $0.2\Omega$، ثم استبدل المجزئ بمجزئ آخر (Y) قيمته $0.02\Omega$ مع نفس الجلفانومتر. في أي الحالتين يستطيع الأميتر قياس مدى أكبر لشدة التيار؟ ولماذا؟

**اختار من بين الاقواس**

اهم التعديلات التي تزيد من حساسيه الجلفانومتر

1. توصيل مقاومه صغيره علي التوازي بين طرفي ملفه
2. تقعر قطباه المغناطيسيان
3. ارتكاز ملفه علي حوامل من العقيق
4. ٢ ٣

الفرق بين الأميتر والجلفانومتر:

| المقارنة | الأميتر | الجلفانومتر |
|---|---|---|
| قيمة المقاومة الداخلية | | |
| الغرض الذي تستخدم فيه | | |
| طريقه توصيله في الدائرة | | |

جلفانومتر مقاومته ($2\Omega$) يقيس تيار شدته العظمى $0.001A$ احسب مقدار المقاومة اللازم توصيلها معه لتحويله إلى أميتر يقيس تيارا شدته العظمى ($10A$).

طارق يحيي





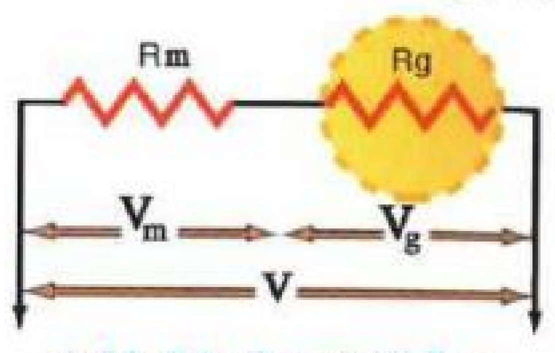
# الدرس فولتميتر التيار المستمر

## فولتميتر التيار المستمر DC Voltmeter:

يمكن استخدام الجلفانومتر لقياس فروق جهد، ويسمى في هذه الحالة الفولتميتر.

فالفولتميتر هو الجهاز الذي يستخدم لقياس فروق الجهد عبر أي نقطتين في دائرة كهربية. وسنوضح هنا كيف يمكن تحويل الجلفانومتر ليستخدم لقياس فروق جهد أي لتحويله إلى فولتميتر. ويكون الطرف الموجب للجهاز متصلاً بالجهد الموجب في الدائرة والسالب بالسالب. أما إذا انعكس فرق الجهد فلابد من عكس التوصيل.

من المسلم به أن فرق الجهد بين طرفي ملف الجلفانومتر صغير جداً حتى مع إنحراف مؤشره إلى نهاية التدريج. لهذا إذا اردنا استخدام الجلفانومتر لقياس فرق الجهد ينبغي تحويله اولاً إلى جهاز مقاومته عالية. ويترتب على هذا الا يسحب الفولتميتر تياراً كبيراً من الدائرة الأصلية، وبالتالي لا يحدث تغيراً ملحوظاً في فرق الجهد المطلوب قياسه. لذلك يوصل ملف الجلفانومتر على التوالي بمقاومة كبيرة جداً تعرف باسم المقاومة المضاعفة للجهد Multiplier Resistance، كما في الشكل (٢-١٤).




ب- الجلفانومتر بعد التحويل إلى فولتميتر — أ- الجلفانومتر قبل التحويل إلى فولتميتر

ويوصل الفولتميتر ذاته على التوازي مع جزء الدائرة المطلوب قياس فرق الجهد عليه.

لذلك إذا كانت مقاومة ملف الجلفانومتر هي $R_g$ والمقاومة المضاعفة للجهد هي $R_m$ وهي متصلة على التوالي مع $R_g$ ، لذلك تكون اقصى شدة تيار يمر فيها $I_g$ هي شدة التيار التي تلزم لجعل مؤشر الجهاز ينحرف حتى نهاية التدريج.

وعندئذ يكون فرق الجهد على ملف الجهاز هو ،

$$V_g = I_g R_g$$

واقصى فرق جهد مطلوب قياسه.

$$V = I_g R_g + I_g R_m = V_g + I_g R_m$$

وعلى ذلك

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} \quad (٢-٨)$$

## الشرح والتوضيح

ايضا في هذا الدرس يمكن استخدام الجلفانومتر لقياس فروق الجهد بعد تعديله ويسمي فولتميتر

**س** : ما هو الفولتميتر؟

هو جهاز لقياس فرق الجهد بين نقطتين ويوصل علي التوازي بين النقطتين بحيث يوصل طرفه الموجب بالنقطه ذات الجهد الموجب وطرفه السالب بالنقطه ذات الجهد السالب

**س** كيف يتم تحويل الجلفانومتر الي فولتميتر؟

عليك ان تعرف ان فرق الجهد بين طرفي ملف الجلفانومتر صغير جدا حتي لو مر به اقصي تيار يؤدي لانحراف مؤشره لنهايه تدريجه لان مقاومه ملفه صغيره جدا فلكي يستخدم لقياس فروق جهد عاليه علينا زياده مقاومه ملفه ويتم ذلك بتوصيل مقاومه كبيره جدا علي التوالي مع ملفه تسمي مضاعف الجهد و هذا مطلوب لانه يوصل علي التوازي بين النقطتين المراد قياس فرق الجهد بينهما فلا يسحب تيار يذكر يؤثر علي قياس فرق الجهد

**س** : **عرف كل من**

الفولتميتر؟ مضاعف الجهد؟ وطريقه توصيله مع ملف الجلفانومتر

**س** : **علل**: مقاومه مضاعف الجهد التي توصل مع ملف الجلفانومتر كبيره جدا

## مثال توضيحى

**مثال :**

جلفانومتر مقاومة ملفه $0.1\Omega$ او يبلغ اقصى إنحراف له عندما يمر به تيار شدته $1mmA$. احسب المقاومة المضاعفة للجهد اللازمة لتحويله إلى فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى $50V$

**الحل :**

$$V_g = I_g R_g = 0.001 \times 0.1 = 1 \times 10^{-4}\ V$$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{50 - 1 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}}$$

$$= 49999.9\ \Omega$$

يلاحظ هنا ان المقاومة الكلية للفولتميتر هي :

$$R_{total} = 49999.9 + 0.1 = 50000\ \Omega$$

جلفانومتر مقاومه ملفه ٠,٢ اوم يبلغ مؤشره نهايه تدريجه اذا مر فيه تيار شدته 100 mA يراد تحويله الي فولتميتر نهايه تدريجه 100 فولت احسب قيمه المقاومه اللازمه وطريقه توصيلها

ملي اميتر مقاومه ملفه 5. Ω كل قسم من اقسامه يدل علي 1mA كيف يمكن تحويله الي فولتميتر بحيث يدل كل قسم على 1فولت

يوصل مع ملفه مقاومه كبيره علي التوالي

رتب الاجهزه الاتيه حسب قيمه المقاومه الكليه

(الاميتر الفولتميتر الجلفانومتر)

**نماذج تدريبية ٢٠١٧**

**علل يوصل ملف الجلفانومتر ذو الملف المتحرك بمقاومة كهربية كبيرة على التوالي عند تحويله إلى فولتميتر؟**

**بوكليت مصر دور اول ٢٠١٩**

**أ) ما النتائج المترتبة على توصيل مضاعف الجهد مع ملف الجلفانومتر عند تحويله إلى فولتميتر ( يكتفي بنقطتين)**

**نماذج تدريبية ٢٠١٧**

**١٨ - جلفانومتر حساس يمكنه قياس شدة تيار أقصاه ($I_g$)، وصلت معه عدة مقاومات مضاعفة للجهد (كل على حدة) لتحويله إلى فولتميتر.**

**يسجل الجدول التالي أقصى فرق جهد يقيسه الفولتميتر (V) بالفولت، والمقاومة الكلية للفولتميتر (R) بالأوم.**

| V (بالفولت) | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 |
|---|---|---|---|---|---|
| R (بالأوم) | 500 | 750 | 1000 | 1250 | 1500 |

**أولاً : ارسم العلاقة البيانية بين (V) على المحور الرأسي، و(R) على المحور الأفقي.**

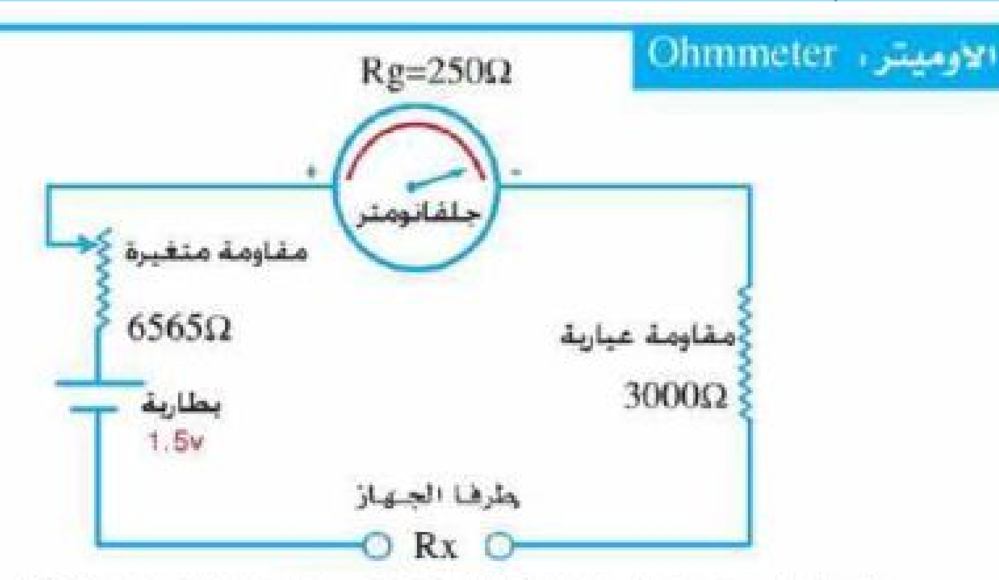
**ثانيًا : من الرسم البياني، أوجد مدى قياس الجلفانومتر ($I_g$).**






# الاوميتر

## الأوميتر Ohmmeter




يعتمد قياس مقاومة ما على شدة التيار التي تسرى في الدائرة موضع الإختبار وعلى الإنخفاض في الجهد Voltage Drop عبر المقاومة. وإذا علمنا أن شدة التيار المار I والانخفاض في الجهد عبر المقاومة المجهولة V، فإن المقاومة R يمكن حسابها من قانون اوم (R = V / I).

وإذا ظل فرق الجهد ثابتا ومعلوما يمكننا رفع الفولتميتر من الدائرة ومعايرة الجلفانومتر ليعطى قيمة المقاومة مباشرة (شكل ١٠ - ١٥). فمع زيادة المقاومة تقل شدة التيار المار في الدائرة. وتقل بالتالي قراءة الجلفانومتر الذي تتم معايرته بهذه الطريقة لتدل قراءته على قيمة المقاومة، ومن ثم يسمى "الأوميتر".

والأوميتر المعتاد موضح في (الشكل ٢ - ١٥). وهو بمثابة ميكرو اميتر يقرأ 400μA كحد اقصى ومقاومته 250Ω ، موصل على التوالي مع 3000Ω ، وكذلك مع مقاومة متغيرة مداها 6565Ω ، وعمود كهربي جاف قوته الدافعة الكهربية 1.5 V مع إهمال مقاومته الداخلية.

وعندما يتم تلامس طرفي الاختبار للجهاز ($R_x = 0$) يمر في الدائرة تيار كهربي. ولكي ينحرف المؤشر إلى نهاية التدريج، ينبغي أن تكون مقاومة الدائرة

$$\frac{1.5}{400 \times 10^{-6}} = 3750 \ \Omega$$

وتضبط المقاومة المتغيرة لينحرف المؤشر إلى نهاية التدريج حتى يتم تعويض الفرق بين هذه القيمة وا لمجموع (250 + 3000 Ω) بضبط قيمة المقاومة المتغيرة = 500Ω

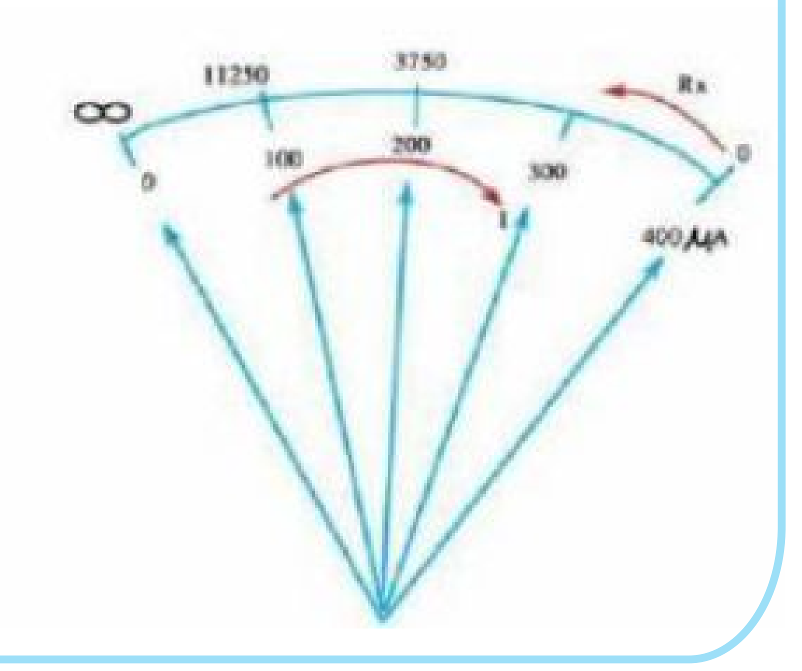
إذا أدخلت الآن اية مقاومة في الدائرة سيمر تيار اقل شدة، وبالتالي سيكون المؤشر اقل



إنحرافا. ولهذا يمكن معايرة الجهاز بدلالة قيمة المقاومة التى تم إدخالها. فإذا أدخلت مقاومة $R_x$ تساوى مقاومة الدائرة $3750\Omega$ سيمر فى الجهاز $200\mu A$ ، وسيبلغ الإنحراف نصف التدريج، وإذا استبدلت المقاومة بضعف قيمتها اى بضعف مقاومة الدائرة $(7500\Omega)$ سيبلغ الانحراف $\frac{1}{3}$ التدريج. ومع مقاومة تساوى 3 أمثال مقاومة الدائرة $(11250\Omega)$ سيبلغ الانحراف $\frac{1}{4}$ التدريج $100\mu A$

يلاحظ هنا أن التدريج المستخدم لقياس المقاومات شكل (٢-١٦) هو عكس اتجاه تدريج التيار، بمعنى أن أقصى انحراف يقابل مقاومة منعدمة (عند تلامس طرفى الاختبار). وكلما زادت المقاومة قل الانحراف. ويلاحظ ايضا ان اقسام التدريج ليست متساوية، حيث تتباعد فى الجهة اليمنى من التدريج، وتتقارب فى الجهة اليسرى.

| $R_x(\Omega)$ | $I\mu A$ |
|---|---|
| 0 | 400 |
| 3750 | 200 |
| 11250 | 100 |
| ∞ | 0 |




## الشرح والتوضيح

**الاوممبتر** يستخدم في قياس مقاومه مجهوله

**الشرح** لاحظت فيما سبق اننا استفدنا من ظاهره التاثير المغناطيسي للتيار الكهربي وعزم الازدواج المؤثر علي ملف يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي في عمل اجهزه قياس مباشر لشده التيار وفرق الجهد طارق يحيي

وبالنسبه للمقاومه يعتمد قياسها علي شده التيار المار فيها وفرق الجهد بين طرفيها حسب قانون اوم

ومن هنا برزت فكره عمل الاوميترحسب العلاقه السابقه

اذا كان فرق الجهد ثابت فان قيمه المقاومه تتناسب عكسي مع شده التيار المار فيها

**تركيب الاوميتر**

انظر رسم دائرته الاوميتر

**س :ماوظيفه كل من**

**١-المقاومه المتغيرَه (الريوستات )**

نعدل في قيمتها حتي ينحرف مؤشر الميكرومتر الي نهايه تدريجه عند ملامسه طرفي التوصيل للجهاز

**٢-المقاومه العياريه الثابته**

تعمل مع المقاومه المتغيره لجعل المؤشر ينحرف لنهايه التدريج في حاله عدم توصيل مقاومه خارجيه بين طرفيه

**طريقه المعايره**

١- عند غلق الدائره في عدم وجود المقاومه الخارجيه وذلك بملامسه طرفي التوصيل للجهاز ينحرف المؤشرنعدل في قيمه المقاومه المتغيره حتي يصل المؤشر لنهايه التدريج 400 μA

في هذه الحاله يكون $I_g$ اقصي تيار

$$I_g = \frac{V_B}{R_g + R_C + R_V}$$

حيث r المقاومه الداخليه للبطاريه مهمله

Rg مقاومه الملف 250 Ω

**Rc** المقاومه العياريه الثابته **3000 Ω**

**$R_V$** المقاومه الماخوذه من الريوستات وفي هذه الحاله يجب ان تكون **500 Ω**

اذا ادمجنا مقاومه خارجيه 3750 Ω بين طرفيه علي التوالي مع المقاومه الكليه تزداد مقاومه الجهاز ويقل شده التيار 200 A

**لاحظ:**

❶ اذا كانت $R_x = R$ تقل شده التيار الي **النصف**

❷ اذا كانت $R_x = 2R$ ضعفها تقل شده التيار الي **الثلث**

❸ اذا كانت $R_x = 3R$ ثلاثه امثال تقل شده التيار الي **الربع**

## ملاحظه هامه جدا جدا

1 مما سبق نجد ان المؤشر يتراجع للخلف بزياده قيم المقاومه الخارجيه فعندما كانت المقاومه الخارجيه تساوي صفر كان المؤشر عند نهايه تدريج التيار ٤٠٠ ميكرو امبير ثم يقل الانحراف حتي يصل الي صفر تدريج الميكرومتر عند توصيل مقاومه لانهائيه

2 يلاحظ ان تدريج الاومميتر عكس تدريج الميكروواميتر لان شده التيار تتناسب عكسي مع قيم المقاومات عند ثبوت فرق الجهد

3 يلاحظ ان تدريج الاومميتر غير منتظم لان شده التيار لاتتناسب عكسي مع المقاومه الخارجيه المجهوله فقط وانما تتناسب عكسي مع مجموع مقاومات الدائره بما فيهم المقاومه المجهوله

## تدريبات

مالمقصود بالاومميتر

ما هي فكره عمله

هل يمكن قياس مقاومه وهي ضمن دائره مغلقه ولماذا

ماهي وظيفه كل من المقاومه العياريه والمتغيره في دائره الاومميتر

علل

تدريج الاومميتر غير منتظم

تدريج الاومميتر عكس تدريج الاميتر

اذا وصلت مقاومه خارجيه $R_x$ قيمتها ثلاثه امثال المقاومه الكليه للجهاز وكانت نهايه تدريج الميكرواميتر فيه $300\ \mu A$ فان مؤشره يشير لقراءه عند

٨- اذا كانت المقاومه الكليه للجهاز $3000\ \Omega$ ما هي قيمه المقاومه الخارجيه اللازمه لجعل مؤشر المللي اميتر ينحرف الي ثلث التدريج

- الجدول المقابل

يوضح قراءه الميكروواميتر وقيم المقاومه الخارجيه المتصله بدائرته

استنتج من الجدول قيمه المقاومه العياريه

اللازمه لذلك اذا كانت مقاومه ملفه 200 اوم

| $R_X\,(\Omega)$ | I (μA) |
|---|---|
| 0 | 200 |
| 7500 | 100 |
| ∞ | 0 |

**نماذج تدريبية ٢٠١٩م علل**

(٤٢) **علل :**

يوصل مع ملف الجلفانومتر مقاومة عيارية كبيرة على التوالي عند تحويله إلى أوميتر؟

طارق يحيي

الدرس

## اجهزه القياس الرقميه والتناظريه

هذه الأنواع من أجهزة القياس والتي تعتمد على قراءة مؤشر تسمى أجهزة تناظرية Analog ومنها أجهزة تقيس الجهد والتيار والمقاومة Multimeter (شكل ٢-١٧). ويوجد نوع آخر من الأجهزة يعتمد على قراءة أعداد رقمية تدل على قيمة الجهد أو التيار أو المقاومة على شاشة صغيرة بدون مؤشر، وتسمى هذه الأجهزة الأجهزة الرقمية، وتسمى أجهزة القياس الرقمية متعددة الأغراض Digital Multimeter (شكل ٢-١٨)، وتعتمد على الإلكترونيات الرقمية (الفصل الثامن) . وهذه الأجهزة جميعها تقيس الجهد او التيار فى اتجاه واحد اى DC لذلك فإن هذه الأجهزة تسمى DC/Multimeter. أما إذا كان التيار او الجهد مترددا AC، فإن الأجهزة المستخدمة حينئذ تسمى AC/Multimeter.



شكل (٢-١٧)

جهاز قياس تناظرى متعدد الأغراض




شكل (٢-١٨)

جهاز قياس رقمى متعدد الأغراض

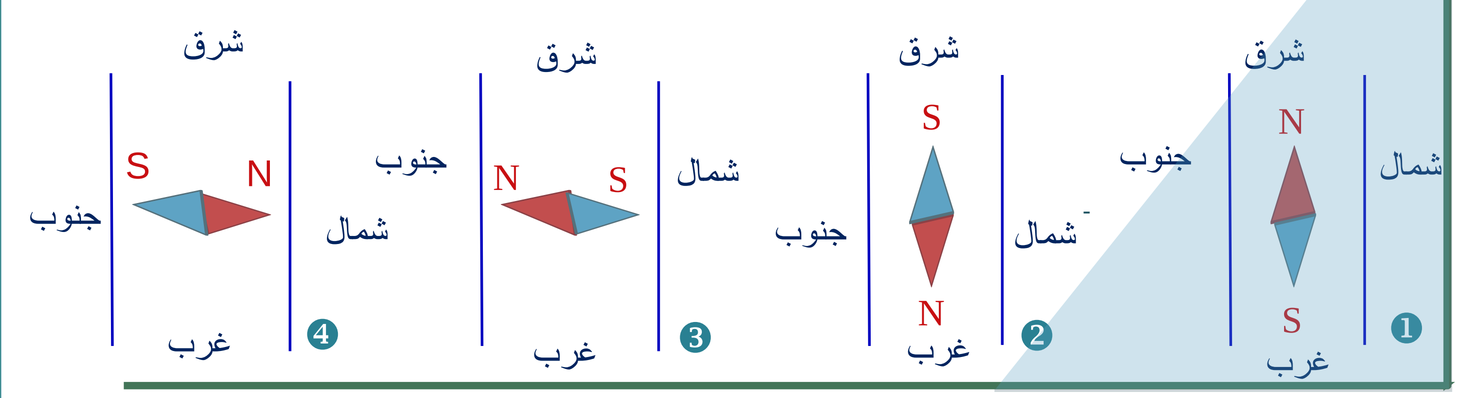
### اجهزه القياس الرقميه والتناظريه

كل الاجهزه التي درسناها تسمي اجهزه قياس تناظريه وهي التي تعتمدعلي قراءه مؤشر وهناك اجهزه قياس اخري تقيس الجهد والتيار والمقاومه عن طريق ارقام تظهر علي شاشه صغيره تدل مباشره علي قيم الجهد والتيار والمقاومه بدون مؤشر تسمي اجهزه رقميه وتعتمد في عملها علي الالكترونيات كما سنرى في الفصل الاخير ومنها ما هو متعدد الاغراض يقيس الجهد والتيار



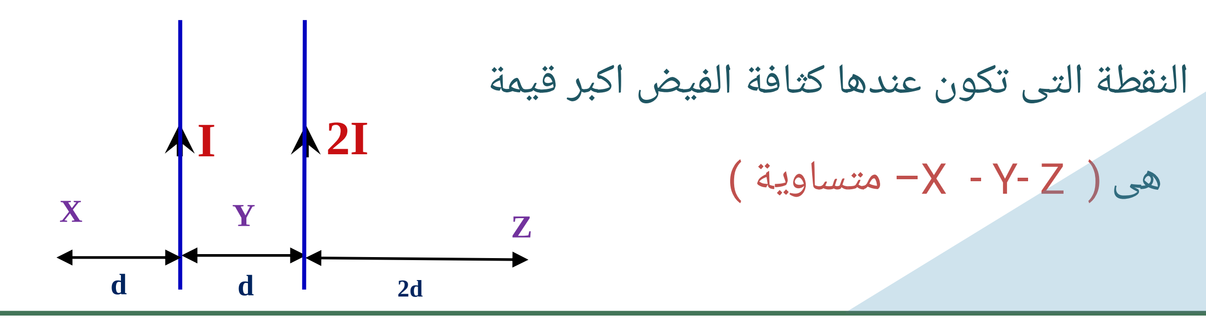
# تدريبات الفصل الثانى

سلكان متوازيان رأسيا احدهم ناحية الشرق والاخر ناحية الغرب ويمر بكل منهما تيار كهربى شدته I وضعت ابرة مغناطيسية فى منتصف المسافة بينهما فأخذت الأوضاع التالية كما بالرسم حدد على الرسم اتجاه التيار فى كل زوج من الاسلاك



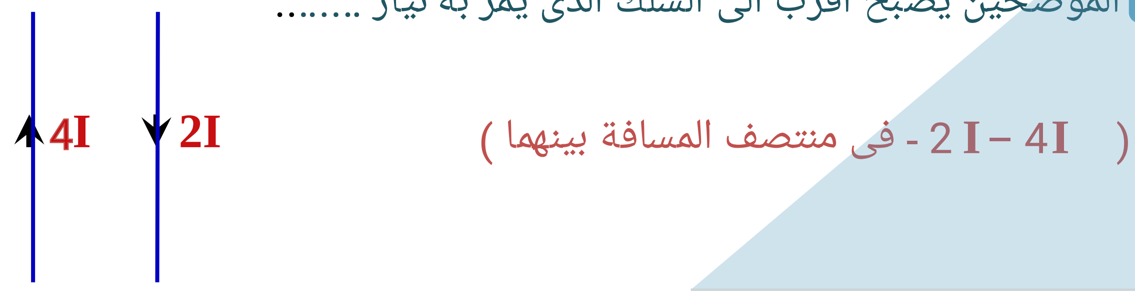

النقطة التى تكون عندها كثافة الفيض اكبر قيمة

هى ( Z -Y- X– متساوية )



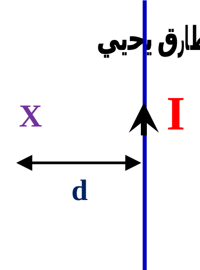

وضع سلك خفيف حرالحركة يمر به تيار كهربى شدته I فى اتجاه ( I 2) بين السلكين الموضحين يصبح اقرب الى السلك الذى يمر به تيار .......

( 4I – I 2 - فى منتصف المسافة بينهما )




تزداد كثافة الفيض عند نقطة على بعد معين من سلك مستقيم يمر به تيار ثابت الشدة ....

( بزيادة طول السلك – بزيادة مساحة مقطع السلك – بقرب النقطة من طرفه العلوى على نفس البعد - بقرب النقطة من طرفه السفلى على نفس البعد )



حلقة من سلك نصف قطرها 5cm يمر بها تيار 10A فتحت لتصبح سلك مستقيم يمر به نفس التيار تكون النسبة بين كثافة الفيض عند نقطة على بعد 5cm وعندما اصبحت سلك مستقيم هى ........

( $\frac{\pi}{2}$ - 2 π - π - 1 )

اذا اردنا نقاص حساسية جلفانومتر الى العشر نوصل معه مجزئ تيار مقاومته تساوى ........

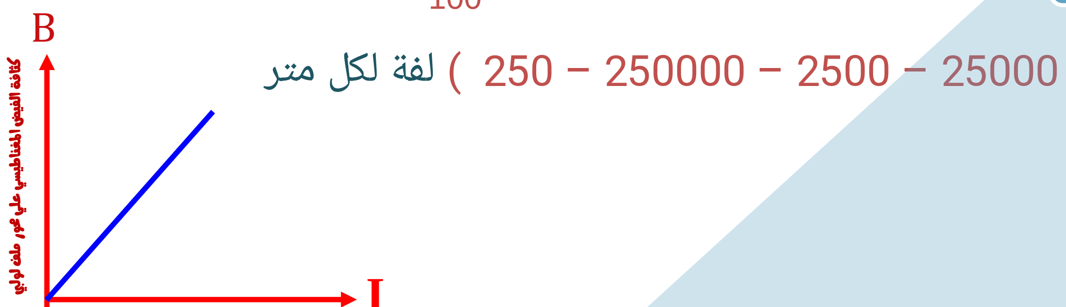
( $\frac{R_g}{9}$ - 9 $R_g$ - 10 $R_g$ - 0.1$R_g$ )

ماذا يمثل الميل فى الرسم البيانى المقابل




اذا كان الميل فى الرسم البيانى المقابل $\frac{\pi}{100}$ فما عدد بفات الملف لكل متر ....

( 250 – 250000 – 2500 – 25000 ) لفة لكل متر




أميتر مقاومة ملفه 10Ω ومقاومة الجزئ المتل بملفه 0.1 Ω يقيس تيار اقصاه 10 A اذا ارادنا تحويله لفولتميتر يقيس جهد اقصاه 10 V مع ملفه قيمته نستبدل المجزئ بمضاعف جهد على التوالى

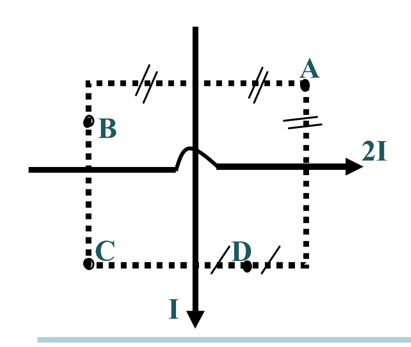
طارق يحيي

Ω ( 10 - 100 - 1000 - 10000 )

## نموذج امتحان على الفصل الثانى من امتحانات السنوات السابقة

وضح كيف يمكنك تحويل جلفانومتر مقاومة ملفه $R_g$ واقصي شدة تيار يتحملها ملفه $I_g$ الى فولتميتر لقياس فرق جهد اقصاه $V_g < V$

يبين الشكل المقابل سلكين معزولين متعامدين يمر بهما تياران $I$ , $2I$ كثافة الفيض المغناطيسي تنعدم عند النقطة
( A - B - C - D )




اكتب العلاقة الرياضية التي تستخدم لحساب كل من :
أـ عزم ثنائي القطب المغناطيسي لملف يمر به تيار كهربي
ب- كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربي
ج- شدة التيار المار في دائرة الاوميتر والتي تجعل مؤشر الجلفانومتر بداخله ينحرف الى نهاية تدريجه
د- قانون امبير الدائري
هـ - كثافة الفيض عند مركز لفة دائرية

اختر الاجابة الصحيحة
أ - يتكون تدريج جلفانومتر حساس من عشرين قسما وينحرف مؤشره الى منتصف التدريج عند مرور تيارا كهربيا شدته 0.1 ميللي امبير في ملفه فإن حساسية الجهاز تساوي :
( 20 ميكرو امبير/قسم - 10 ميكرو امبير/قسم - 5 ميكرو امبير/قسم - 2 ميكرو امبير/قسم )

متي تكون القيم الاتية تساوي صفر
أ- عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي
ب- كثافة الفيض المغناطيسي عند منتصف المسافة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين كهربين
ج - كثافة الفيض المغناطيسي عند محور ملف حلزوني
د- القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار موضوع عمودي على مجال مغناطيسي

وصلت مقاومة 2000 Ω مع طرفي اوميتر فانحرف مؤشره الى منتصف تدريج التيار كم تكون قيمة المقاومة التي تتصل بطرفي الاوميتر فتجعل مرشره ينحرف الى ربع تدريج التيار ؟
( 10000 Ω - 8000 Ω - 6000 Ω - 4000 Ω )



ما الفكرة او الطريقة العلمية التي تمكن العلماء بها من ؟
زيادة مدي قياس الجلفانومتر لشدة التيار

قارن بين خصائص خطوط المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري وعند محور ملف حلزوني

اذا كانت المقاومة الكلية لاميتر R فإن مقاومة مجزئ التيار داخله تكون..............
( اقل من R    اكبر من R    تساوي R )

قارن بين
أ- تدريج الجلفانومتر الحساس وتدريج الاميتر من حيث موضع صفر التدريج
ب- اجهزة القياس التناظرية واجهزة القياس الرقمية من حيث طريقة بيان القراءة

كانت حساسية الجلفانومتر 500 ميكروامبير/قسم وكان التدريج مكون من عشرة اقسام فإن اقصي قراءة للجلفانومتر هي ........( 50 ميكروامبير    5 مللي امبير    20 مللي امبير )

متي تكون كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عند المركز المشترك لحلقتين معدنيتين موضوعتين في مستوي واحد تساوي صفرا اذا كانا يحملان تيارين كهربين وقطر احدهما يساوي نصف قطر الحلقة الاخري

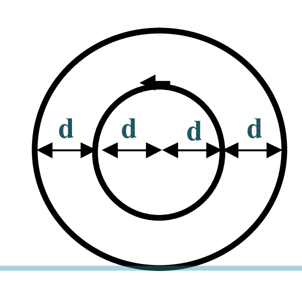
النسبة بين مقاومة الاميتر ومقاومة مجزئ التيار داخله ...................الواحد الصحيح
( اكبر من / اقل من / يساوي )

متي تكون القيم الاتية تساوي صفر
أ- عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي
ب- كثافة الفيض المغناطيسي عند منتصف المسافة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين كهربين
ج كثافة الفيض المغناطيسي عند محور ملف حلزوني
د- القوة المؤثرة على سلك يمر به تيار موضوع عمودي على مجال مغناطيسي

اذكر استخداما لكل من:
أ- قاعدة اليد اليسرى لفلمنج    ب- قاعدة اليد اليمني لامبير

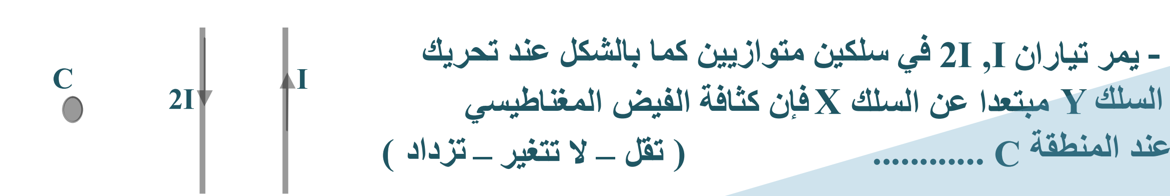
طارق يحيى
تكون محصلة عزم الازدواج المؤثر على ملف الجلفانومتر عندما يستقر مؤشره امام قراءة معينة مساويا
( $BIAN$    $BIAN^2$    zero )

- تتعين قيمة مجزئ التيار من العلاقة ( $\frac{I_g R_g}{I_g - I}$ - $\frac{I_g R_g}{I_g + I}$ - $\frac{V_g}{I - I_g}$ )




حلقتان دائريتان من النحاس متحدتا المركز يمر بكل منهما نفس شدة التيار الكهربي ( I ) كما بالشكل ما التغير اللازم اجراءه لشدة التيار في الحلقة الداخلية لجعل المركز المشترك للحلقتين نقطة تعادل ؟ فسر اجابتك ؟

- يمر تيار كهربي شدته I في كل من سلكين مستقيمين ومتوازيين فاذا زادت شدة التيار في كل منهما الى الضعف وقلت المسافة بينهما الى النصف فان القوة المتبادلة بينهما تزداد الى ..........
( الضعف / اربع امثالها / ثمانية امثالها )




- يمر تياران 2I ,I في سلكين متوازيين كما بالشكل عند تحريك السلك Y مبتعدا عن السلك X فإن كثافة الفيض المغناطيسي عند المنطقة C ............ ( تقل – لا تتغير – تزداد )

جلفانومتر مقاومة ملفه 80 Ω ينحرف مؤشره الى نهاية تدريجه بمرور تيار كهربي شدته 10 mA احسب :
أ- مقاومة المجزئ التي تجعله يقيس تيار شدته 10 A
ب- مقاومة المضاعف التي تجعله يقيس فرق جهد 10 V

اشرح لماذا لا يتأثر ملف مستطيل موضوع عموديا على اتجاه مجال مغناطيسي بعزم ازدواج عند امرار تيار كهربي خلاله بالرغم من تأثر اضلاعه بقوي مغناطيسية

اذكر اسم القاعدة المستخدمة في تحديد الاتي :-
أ - القوة المغناطيسية بين سلكين مستقيمين متوازيين يمر بكل منهما تيارا كهربيا
ب- عزم ثنائي القطب المغناطيسي لملف طارق يحيي
ج- المجال المغناطيسي لملف دائري او حلزوني

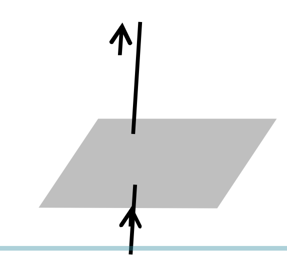
جلفانومتر حساس مقاومة ملفه R اوم واقصى تيار يتحمله ملفه 10 mA وصل مع ملف الجلفانومتر مجزئ تيار مقاومته 0.1 R اوم لتحويله الى اميتر احسب اقصى تيار يمكن ان يقيسها الاميتر .

جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 490 Ω يعطي مؤشره اقصي انحراف عندما يمر بملفه تيار شدته 0.002 A اتصل ملفه بمقاومه مجزئ للتيار قيمتها 10 Ω لتحويله الى اميتر احسب:

١- مقاومة الاميتر ٢- اقصي قراءة للاميتر

٣ـ ما قيمة مضاعف الجهد المطلوب لتحويل هذا الاميتر الى فولتميتر يقيس حتي 20 V

اشرح كيف يمكن تحويل ميكروواميتر مقاومة ملفه 250 Ω الى اوميتر بدون رسم



سلك مستقيم رأسيا ماذا يحدث لبرادة الحديد في الحالات الاتية :

أـ عند امرار تيار كهربي في السلك وطرق اللوح برفق

ب ـ زيادة شدة التيار في السلك مع استمرار الطرق

اوميتر مقاومته 3000 Ω يشير مؤشره الى صفر التدريج عند مرور تيار I في دائرته اوجد شدة التيار الذي يمر في دائرته بدلالة I عند توصيل مقاومة خارجية قيمتها 12000 Ω بين طرفي الجهاز

ملف مستطيل مكون من لفة واحدة ابعادها 10 cm و 20 cm قابل للدوران حول محور موازي لطوله في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.4 T فاذا مر تيار شدته 2A احسب كل من :-

أـ عزم الازدواج المؤثر على الملف عندما يميل على مستواه بزاوية $60^o$ على خطوط المجال المغناطيسي

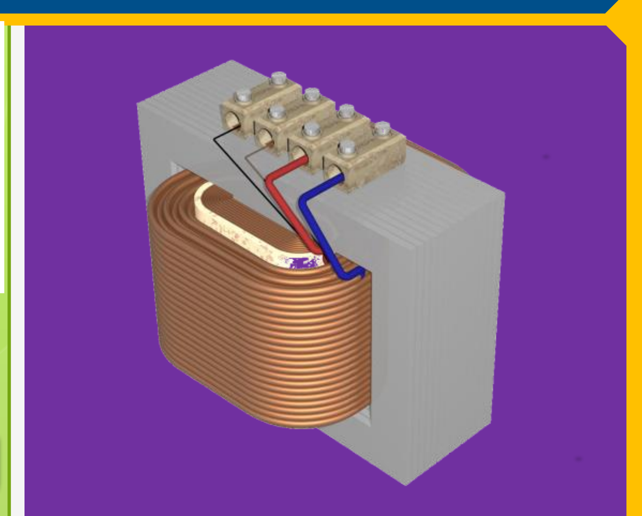
ب- القوة المغناطيسية المؤثرة على احد الضلعيين الموازيين لمحور الدوران في الحالة السابقة .

طارق يحيي

الفصل الثالث

# الحث الكهرومغناطيسي





الفصل الثالث

# الحث الكهرومغناطيسي




## ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

**مقدمــة :**

راينا أن مرور تيار كهربي في موصل يسبب مجالاً مغناطيسياً. وبمجرد اكتشاف أورستد Oersted للارتباط بين المجالات الكهربية والمغناطيسية، ظهر تساؤل: هل من الممكن ان يولد مجال مغناطيسي تياراً كهربياً ؟. وهو ما أجاب عليه فاراداي Faraday في أحد اعظم الانتصارات في الفيزياء، وهو اكتشاف الحث الكهرومغناطيسي Electromagnetic Induction، الذي تبنى عليه فكرة عمل وتشغيل معظم الأجهزة الكهربية كالمولدات او المحولات الكهربية.

**مقدمه**

راينا في الفصل السابق عندما يمر تيار كهربي في موصل معدني يتولد عنه مجال مغناطيسي وهذه الظاهرة تسمي ظاهره التاثير المغناطيسي للتيار الكهربي والذي بنيت عليه فكره عمل اجهزه القياس الكهربي

كذلك اذا اثر مجال مغناطيسي علي موصل يتولد فيه قوه دافعه كهربيه مستحثه وتيار كهربي مستحث وتسمي هذ الظاهره ظاهره الحث الكهرومغناطيسي اكتشاف فاراداي والذي بنيت عليه فكره عمل المولدات كما سنري في نهايه هذا الفصل

**بعد قراءه نص الكتاب المدرسي انت قادر علي أجابة التساؤلات الاتية**

س :عرف كل من ؟

1. ظاهره التاثير المغناطيسي للتيار الكهربي
2. ظاهره الحث الكهرومغناطيسي

س: حدد الظاهره التي بنيت عليها فكره عمل كل من؟

المحول الكهربي – الاميتر– الدينامو –الفولتميتر

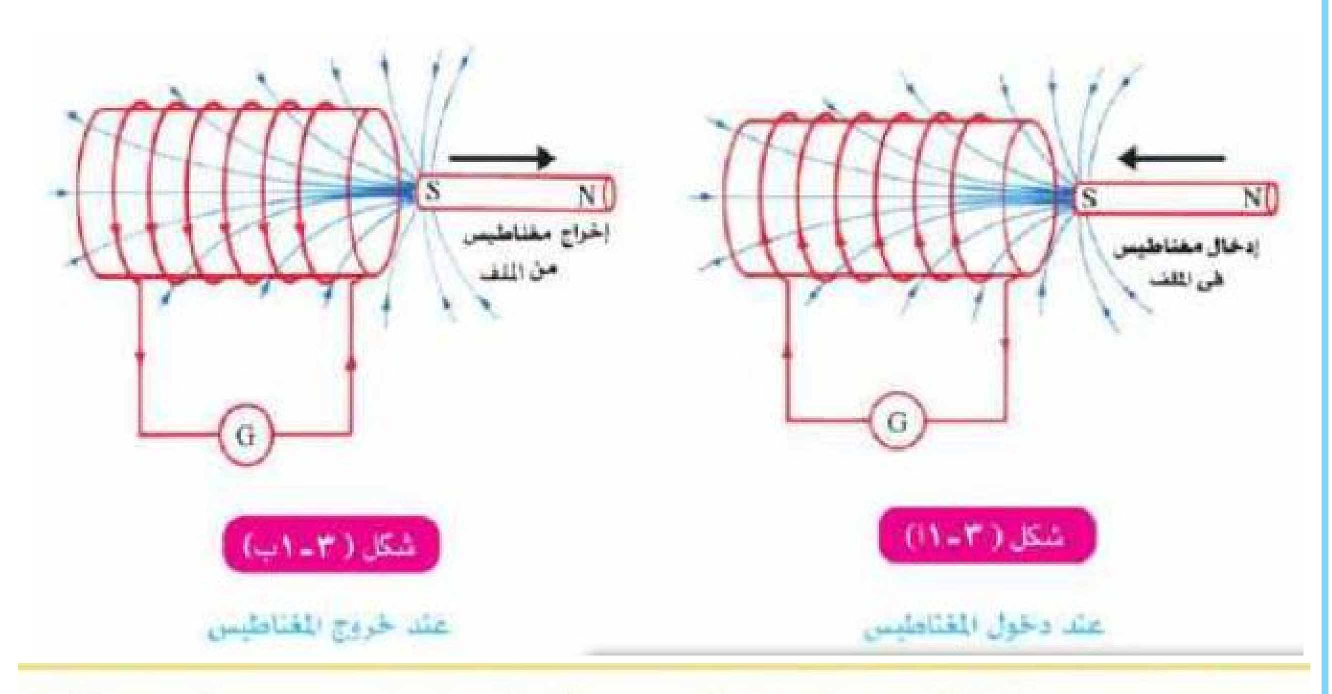


س: تعتبر ظاهره الحث الكهرومغناطيسي عمليه عكسيه لظاهره التاثير المغناطيسي للتيار الكهربي ما رايك ؟



## تجربة فاراداى :

قام فاراداى بإعداد ملف من سلك من النحاس، لفاته معزولة عن بعضها البعض، وعندما انتهى من إعداده، قام بتوصيل طرفيه بجلفانومتر حساس صفر تدريجه فى المنتصف شكل (٣-١). وعندما أدخل فاراداى مغناطيساً فى الملف، لاحظ اثناء ادخاله أن مؤشر الجلفانومتر ينحرف انحرافاً لحظياً فى اتجاه معين، وعندما اخرج فاراداى المغناطيس من الملف لاحظ أثناء اخراجه أن مؤشر الجلفانومتر ينحرف فى الاتجاه المضاد. هذه الظاهرة أطلق عليها اسم "الحث الكهرومغناطيسى". حيث تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة، Induced emf وكذلك يتولد تيار كهربى




شكل (٣-١أ) عند دخول المغناطيس

شكل (٣-١ب) عند خروج المغناطيس

مستحث فى الملف أثناء ادخال المغناطيس فى الملف أو اخراجه منه، بحيث يكون رد الفعل فى إتجاه يعارض الفعل، فإن كان المغناطيس يدخل فإن المجال المغناطيسى المستحث يعمل على مقاومة الإدخال، وإن كان المغناطيس يخرج فإن المجال المغناطيسى المستحث يعمل على استبقاء المغناطيس أو جذبه للداخل.

وبعد تفكير توصل فاراداى إلى أن القوة الدافعة الكهربية المستحثة وكذلك التيار الكهربى المستحث يتولدان فى الدائرة كنتيجة لقطع لفات السلك خطوط الفيض المغناطيسى اثناء حركة المغناطيس.

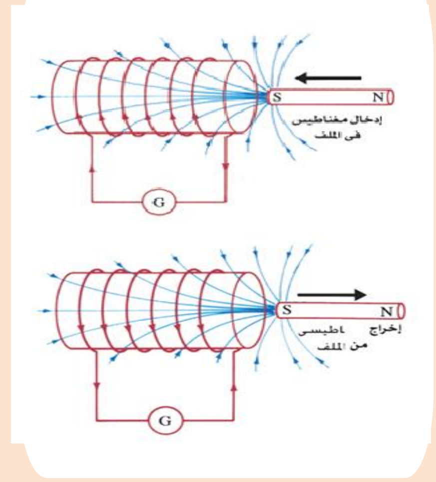
# الشرح والتوضيح

## تجارب فاراداي

١-ماهدف فاراداي من هذه التجربه ؟

٢- ما هي الادوات المستخدمه ؟

٣-ماذا لاحظ فاراداي لمؤشر الجلفانومتر لحظه




أ تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من الملف

ب ابعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن الملف

ج تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من الملف

د ابعاد القطب الجنوبي للمغناطيس عن الملف

في اي مما سبق ينحرف مؤشر الجلفانومترفي اتجاه معين وفي ايها ينحرف المؤشر في الاتجاه المضاد ؟

*هل يمكن الحصول علي نفس النتائج السابقه لو تحرك الملف تجاه المغناطيس اوتحرك الاتنين معا ؟

**س ماهي النتائج التي توصل اليها فاراداي؟**

ج : الحركه النسبيه بين موصل والمجال والتي ينتج عنها تغير في الفيض الذي يقطع الموصل تولد قوه دافعه كهربيه مستحثه وتيار مستحث

**قانونا فاراداي**

ومن خلال تجارب عديدة أمكن لفاراداي استخلاص ما يلي :

١ - الحركة النسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي الذي يتغير فيها المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل خطوط الفيض تولد قوة دافعة مستحثة في الموصل. ويتوقف اتجاهها على إتجاه حركة الموصل.

٢ - يتناسب مقدار القوة الدافعة المستحثة طرديا مع المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل خطوط الفيض. اي ان :

$$emf \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

حيث emf متوسط القوة الدافعة المستحثة ، $\Delta \phi_m$ التغير فى خطوط الفيض المقطوعة خلال الزمن $\Delta t$

٢ - مقدار القوة الدافعة المستحثة يتناسب طرديا مع عدد لفات الملف الذي يقطع خطوط الفيض اى أن ،

$$emf \propto N$$

وبالتالى يمكن بتحليل النتائج السابقة استنتاج العلاقة ،

$$emf = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \qquad (٣-١)$$

وهو ما يعرف بقانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي.

## قانونا فاراداي

**من** نتائج التجربه السابقه

1. **القانون الاول لفاراداي** الحركه النسبيه بين الموصل والمجال المغناطيسي والذي ينتج عنها تغير في المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل خطوط الفيض تولد قوه دافعه كهربيه مستحثه في الموصل يتوقف اتجاهها في الموصل علي اتجاه الحركه بمعني انها تولد مجال مغناطيسي يعاكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر علي الموصل وتكون بمثابه فعل ورد فعل

2. **القانون الثاني لفاراداي** **القوة الدافعة المستحثة** المتوله في الموصل تتناسب طردي مع المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل خطوط الفيض $\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t}$ وتتناسب طردي مع عدد لفات الملف N وهذه هي الصوره الرياضيه لقانون فاراداي

$$emf = N\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t}$$

### ملاحظات هامة على قانون فاراداي

الثابت في العلاقه -- السابقه يساوي الوحده **لماذا**

لان $\varnothing_m = B\ A$ ووحدات B هي **التسلا** = $\frac{\text{نيوتن}}{\text{امبير} \times \text{م}}$

طارق يحيي

لذلك الطرف الايسر $\frac{\text{جول}}{\text{كولوم}} = \frac{\text{نيوتن م}}{\text{كولوم}}$

والطرف الايمن $\frac{\text{نيوتن م}}{\text{كولوم}} = \frac{\text{نيوتن م}}{\text{امبير} \times \text{ثانيه}} = \frac{\text{نيوتن م}^٢}{\text{امبير} \times \text{م} \times \text{ثانيه}}$

**شروط مرور تيار مستحث في موصل**

1. وجود فيض مغناطيسي.
2. وجود موصل يتصل بدائرة مغلقة
3. حدوث حركة الموصل خطوط الفيض المغناطيسي

**ملاحظه هامه جدا جدا**

هذا القانون لايصلح لحساب ق د ك في ملف يدور بربع دوره او نصف دوره لان هنا التغير فيها لابد ان يكون عمودي علي ومرتبط و اذادار الملف تاخذ قانون الدينامو

تدل الاشارة السالبة فى هذا القانون على ان اتجاه القوة الدافعة المستحثة (وايضا اتجاه التيار المستحث) يعاكس التغير المسبب له. وهو ما يعرف بقاعدة لنز Lenz's Rule

òÓ òç ãß ç Øß

Ôß

åí ç Øß

طارق يحيي






# قاعدة لنز

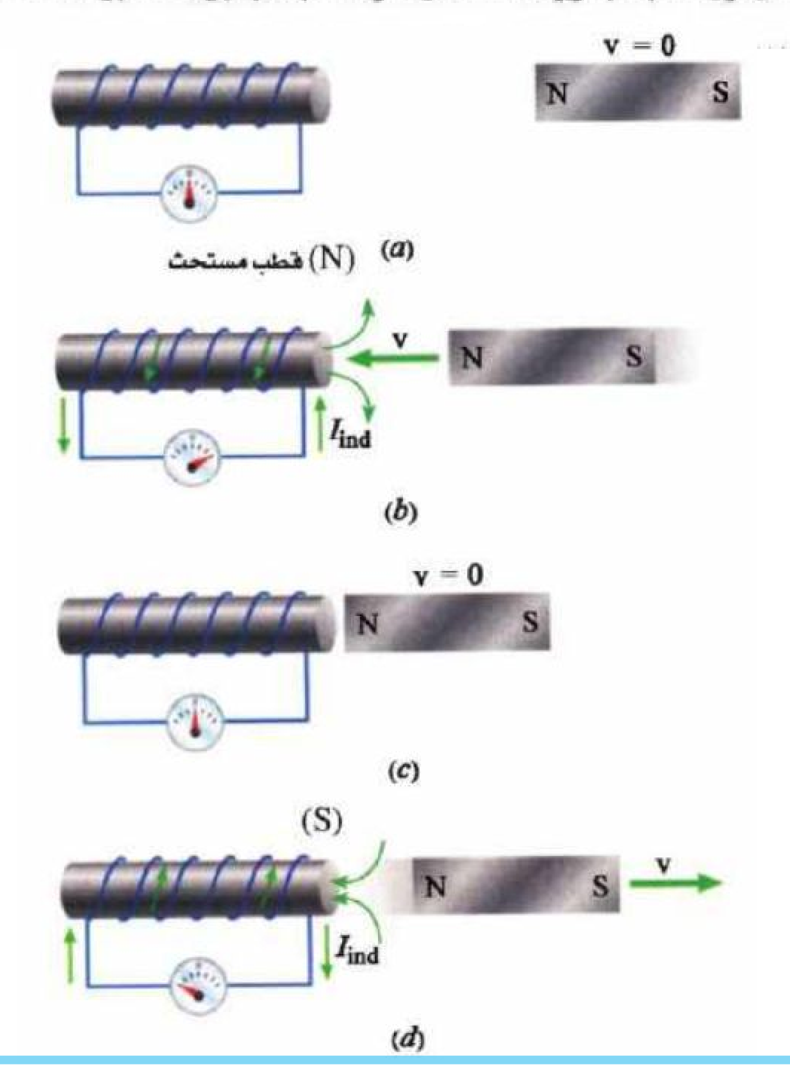
## قاعدة لنز Lenz's Rule :

تنص قاعدة لنز على ما يلي :

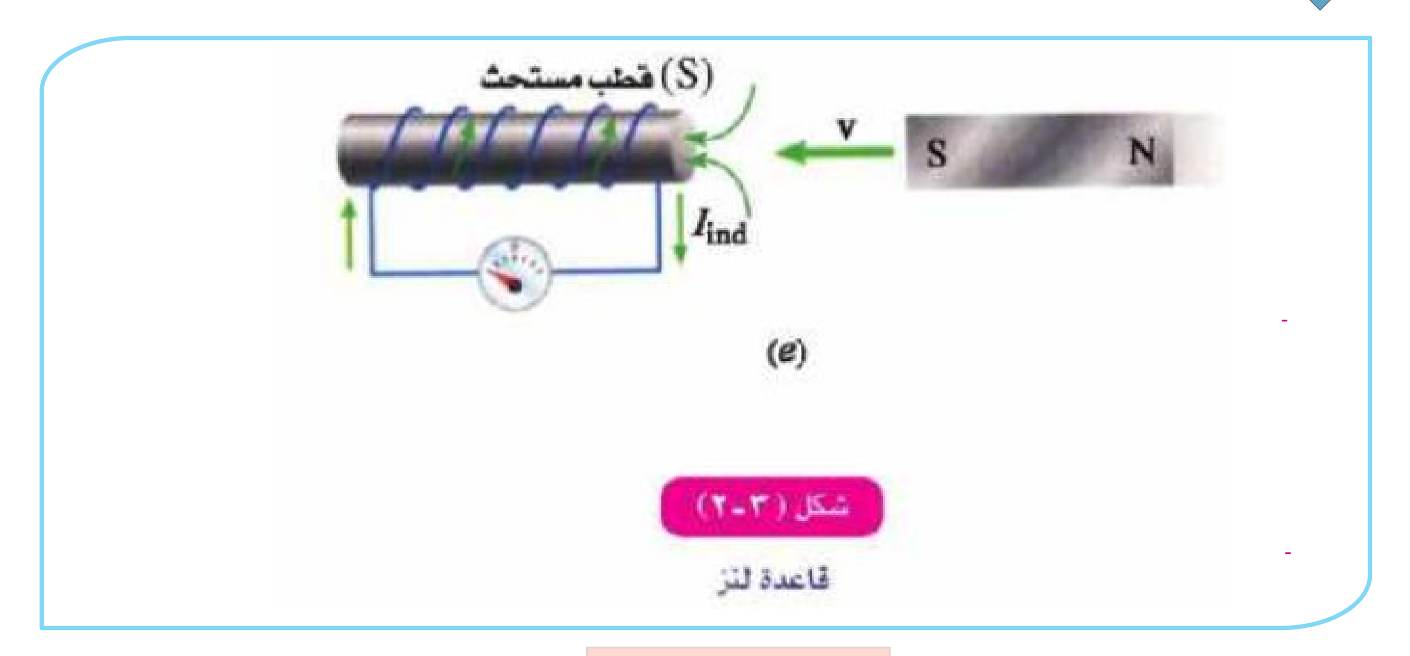
يكون اتجاه التيار الكهربي المستحث بحيث يعاكس التغير المسبب له.

ويوضح شكل (٣-٢) تطبيقا مباشرا لقاعدة لنز. فعند تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من الملف، يمر التيار الكهربي المستحث المتولد في الملف في اتجاه بحيث يكون قطبا شماليا عند طرف الملف المواجه للقطب الشمالي للمغناطيس. فتعمل قوة التنافر بين القطبين المتشابهين على مقاومة حركة تقريب هذا القطب.

وعند إبعاد القطب الشمالي للمغناطيس عن الملف يكون اتجاه التيار المستحث المتولد في الملف في اتجاه بحيث يكون قطبا جنوبيا. فتعمل قوة التجاذب بين القطبين المختلفين (شمالي وجنوبي) على








شكل (٣-٢)
قاعدة لنز

## التوضيح

**قاعدة ليتز** هي القاعده التي يتحدد بها اتجاه التيار المستحث في موصل نتيجه تعرضه لمجال مغناطيسي متغير
وتنص علي يكون اتجاه القوه الدافعه الكهربيه المستحثه والتيار المستحث في موصل سلك او ملف بحيث يعاكس التغير المسبب له

### ملاحظات هامه

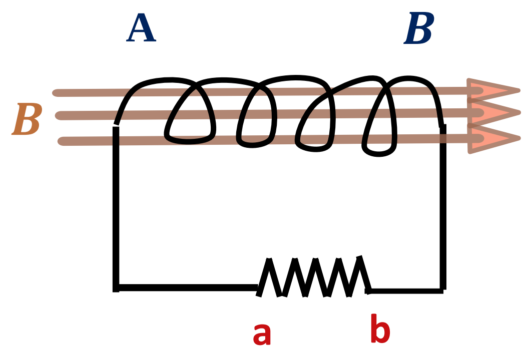
ماهو التغير المسبب له؟

1. هوتغير الفيض داخل الملف مثلا اذا كان التغير بالزياده يعني يزداد بمرور الزمن فيعمل التيار المستحث علي مقاومه او انقاص هذه الزياده بمجال معاكس له
2. واذا كان التغير في الفيض بالنقص في الملف يعني يتناقص بمرور الزمن فيعمل التيار المستحث علي مقاومه النقص بمجال يقلل النقص وقد رايت ذلك اثناء تقريب وابعاد المغناطيس من الملف في تجربه فاراداي

طارق يحيي

## مثال توضيحي

ملف عدد لفاته 100 لفه يخترقه فيض كما بالشكل قدره $0.1\ Wb$ فاذا زاد الفيض في نفس الاتجاه بمقدار $0.2\ Wb$ خلال 0.1 ثانية
احسب ق د ك المستحثه بين a,b واتجاهها




$$\Delta\varphi_m = 0.2 - 0.1 = 0.1\ Wb$$

$$\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} = 1\ Wb$$

$$emf = -N\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} = -100\ V$$

لاحظ $\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t}$ تغيرت في اتجاه المجال اذن يكون اتجاه ق د ك في عكس هذا التغير من b الي a داخل الملف من b الي a في داخل المقاومه

ويكون اتجاه الفيض الناتج عنها عكس اتجاه زياده الفيض الذي تغير في الملف
اي يكون $A$ شمالي والطرف $B$ جنوبي
اي يكون اتجاه التيار المستحث من a الي b في داخل المقاومه

## تدريبات

في المثال السابق

1. اذا تناقص الفيض تدريجيا الي 0.05 وبر خلال 0.1 ثانيه
احسب ق د ك المستحثه واتجاهها في داخل المقاومه

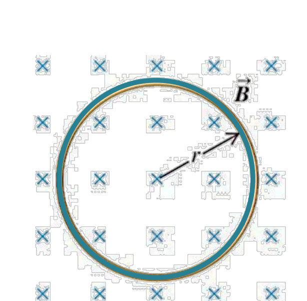
في المثال رقم (1)

2. اذا انعكس الفيض في الملف بنفس قيمته خلال 0.1 ثانيه
احسب ق د ك المستحثه واتجاهها في داخل المقاومه





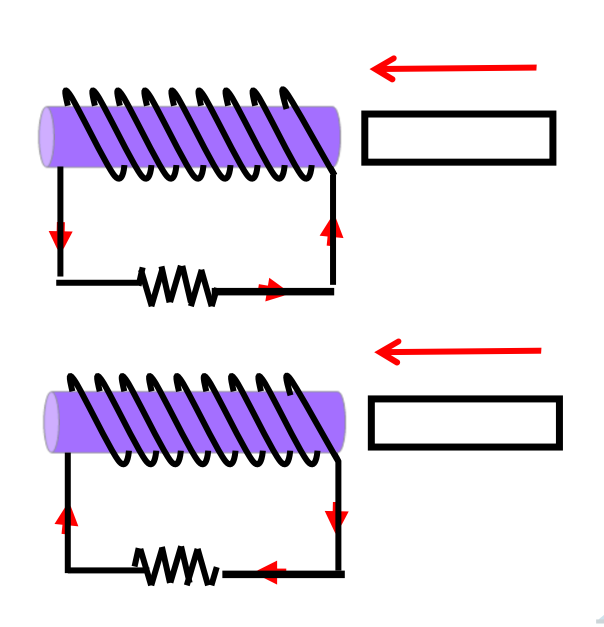
3 حلقة دائرية صغيرة موضوعة في ستوي الورقه في مجال مغناطيسي منتظم يخترق الورقه عموديا للداخل حدد اتجاه التيار المستحث المتولد في الحلقة حسب عقارب الساعه عندما



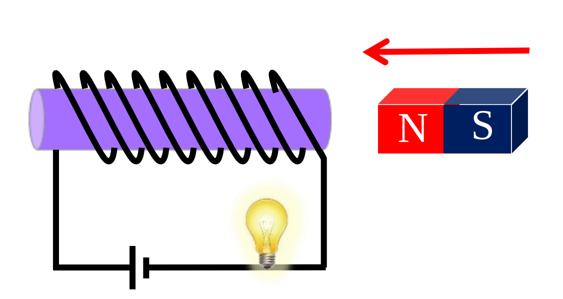

1 يزداد الفيض
2 يتناقص الفيض

عند تقريب المغناطيس من الملف تولد فيه تيار تاثيري كما في الاتجاه الموضح

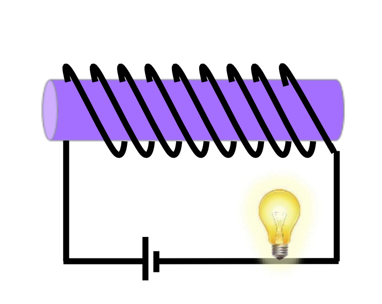
مانوع القطب المغناطيسي المواجه للملف في كل حاله؟



ماذا يحدث لاضاءه المصباح لحظه تقريب القطب الشمالي للمغناطيس ولحظه ابعاده؟




ثم تقريب القطب الجنوبي ثم ابعاده؟




طارق يحيي



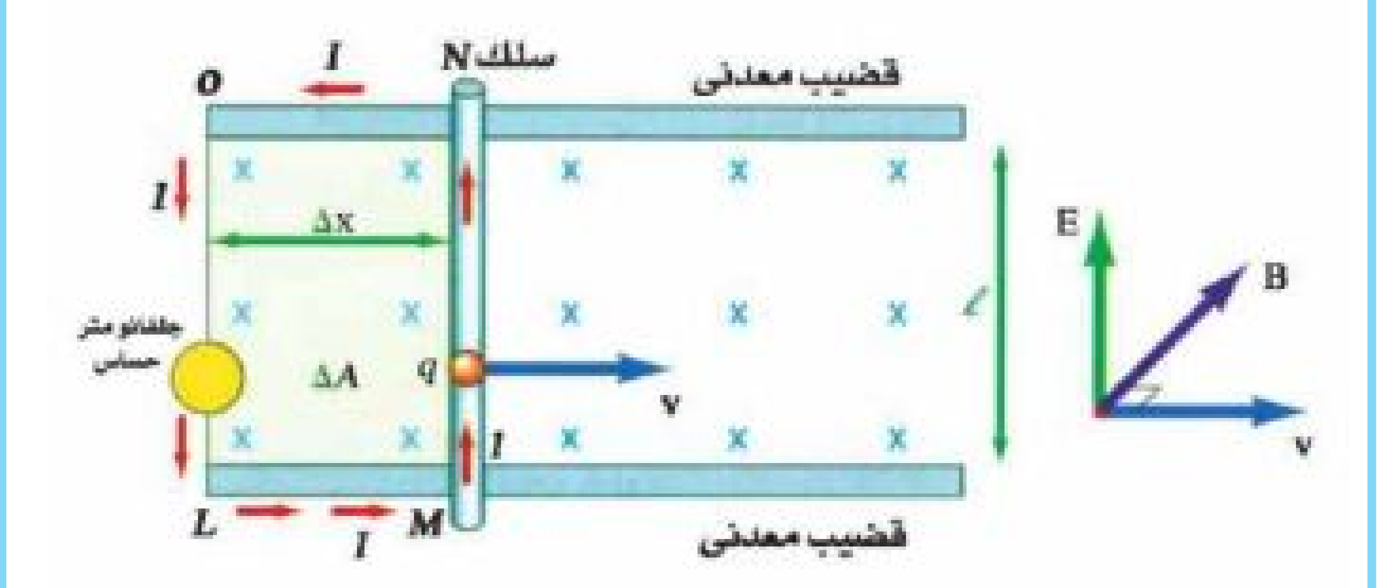
# القوة المؤثرة علي سلك يمر به تيار كهربي وموضوع في مجال مغناطيسي

الدرس 3

## القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى سلك مستقيم متحرك :

إذا وضع سلك طوله $\ell$ عموديا على مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه B (اتجاهه عمودى على الورقة إلى الداخل) (شكل ٣-٧)، وتم تحريك السلك فى اتجاه عمودى على المجال بسرعة v، بحيث ازيح مسافة قدرها $\Delta x$ فى زمن قدره $\Delta t$، فإن التغير في المساحة يكون:-

$$\Delta A = \ell \Delta x$$




شكل (٣-٧)

توليد e.m.f مستحثة فى سلك مستقيم

ويكون التغير فى الفيض هو :

$$\Delta \phi_m = B \Delta A = B \ell \Delta x$$

وتتعين القوة الدافعة الكهربية عندئذ من العلاقة :

$$emf = -\frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$emf = -\frac{B \ell \Delta x}{\Delta t} = -B \ell v$$

حيث v هي السرعة التي يتحرك بها السلك. والإشارة السالبة لمراعاة قاعدة لنز.

وبالتالي يكون مقدار القوة الدافعة هي :

$$emf = B\ell v \quad (٣-٥)$$

وإذا كانت الزاوية بين إتجاه السرعة التي يتحرك بها السلك واتجاه كثافة الفيض هي θ

فإن :

$$emf = B\ell v \sin\theta \quad (٣-٦)$$

## اتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم :

بين فاراداي في واحدة من تجاربه العديدة أن التيار الكهربي المستحث في سلك مستقيم يسري في إتجاه عمودي على المجال المغناطيسي. وبعد ذلك بعدة سنوات اختار فليمنج هذه التجربة لوضع قاعدة بسيطة تربط بين إتجاه حركة السلك واتجاه المجال واتجاه التيار المستحث. تعرف هذه القاعدة باسم قاعدة اليد اليمنى لفليمنج وهي :

### قاعدة اليد اليمنى لفليمنج Fleming's Right Hand Rule:

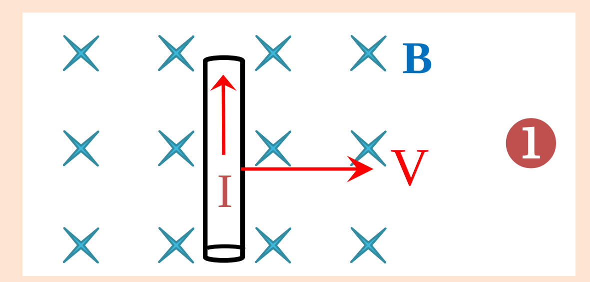
اجعل أصابع اليد اليمنى الابهام والسبابة والوسطى (ومعه باقي الأصابع) متعامدة على بعضها البعض بحيث تشير السبابة إلى اتجاه المجال والابهام إلى اتجاه الحركة، وعندئذ يشير الأوسط (ومعه باقي الأصابع) إلى اتجاه التيار المستحث (شكل ٣-٣).

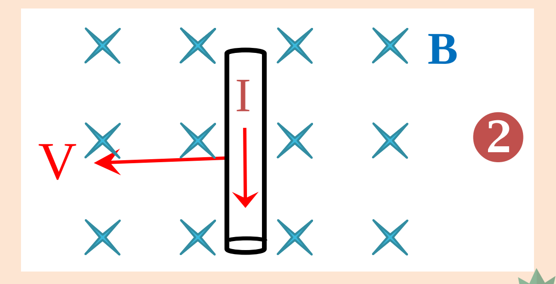



شكل (٣-٣)
قاعدة اليد اليمنى لفليمنج

## الشرح والتوضيح

ايضا من تجارب فاراداي لهذه الظاهره لاحظ اذا وضع سلك عمودي علي مجال مغناطيسي تتولد فيه ق د ك اذا تحرك في اتجاه عمودي علي المجال ويكون اتجاه التيار الكهربي المستحث في السلك ايضا حسب قاعده لنز **كيف؟**



المجال الموضوع فيه السلك يخترق الورق للداخل السلك موازى للصفحه
اذا تحرك السلك عمودي علي المجال يمينا يتولد فيه تيار مستحث تكون
خطوط الفيض التوله عن التيار الستحث في السلك موازيه للمجال المغناطيسي
من اليمين حتي تعوق حركته لان خطوط الفيض المتوازيه تتنافر يعني التيار
المستحث يكون في السلك لاعلي شكل 1 ولاسفل شكل 2

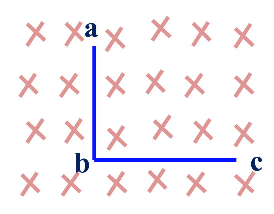
## ملاحظات هامه

**العوامل التي يتوقف عليها مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة في السلك**

1. طول السلك L
2. كثافة الفيض المغناطيسي B
3. سرعة حركة السلك ( V )
4. الزاوية بين اتجاه سرعة السلك و المجال θ

# أمثلة محلولة

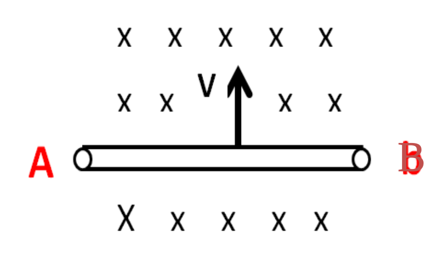
## في الشكل المقابل




سلك على شكل زاوية قائمة كيف يتحرك السلك حتي :-
يتولد تيار مستحث في السلك ab فقط
يتولد تيار مستحث في السلك bc فقط
لا يتولد تيار مستحث في اي من السلكين

**جـ :** اذا تحرك السلك ناحية اليمين او اليسار يتولد تيار مستحث في السلك ab(عمودي على المجال)
ولا يتولد في السلك bc ( موازي للمجال )
اذا تحرك السلك الى اعلى او اسفل الصفحه يتولد تيار مستحث في السلك bc ولا يتولد في السلك ab
اذا تحرك السلك الى خارج الصفحة او داخل الصفحة لا يتولد تيار مستحث ( موازي للمجال )

## في الرسم المقابل




اذا تحرك السلك عمودي علي الفيض في
الاتجاه الموضح فان جهد النقطة A ...... جهد النقطة B

(أ) أكبر من ، (ب) أقل من ، (ج) يساوي

طارق يحيي

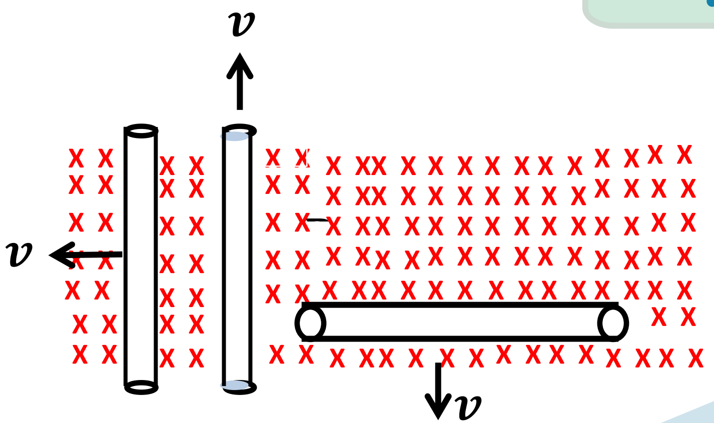
**جـ :** باستخدام قاعده فلمنج لليد اليمني يكون اتجاه التيار المستحث من B الي A
وبالتالي يكون جهد النقطة A أكبر من جهد النقطة B

# تدريبات

في الرسم المقابل

مجال B يتجه لداخل الورقه

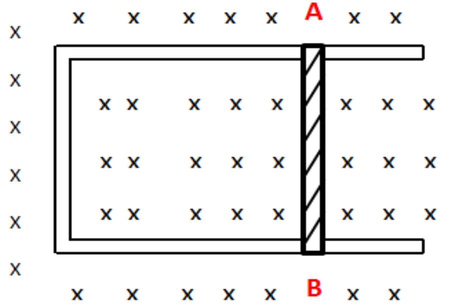
اي من الاسلاك الثلاثه $emf = 0$




1. قارن بين قاعده فلمنج لليد اليسري وفلمنج لليد اليمني من حيث الاستخدام
2. اذكر ما تدل عليه الاشاره السالبه في قانون فاراداي
3. اذكر قاعده لنز

الشكل المقابل يبين ساق معدنيه A B طولها 0.15 m وموضوع عمودياعلي مجال مغناطيسي كثافه فيضه 0.4 T

احسب مقدار واتجاه السرعه التي يجب أن يتحرك بها السلك لتتولد بين طرفيه emf مستحثه 0.03 V وتسبب في مرور تيار من الطرف A الي الطرف B



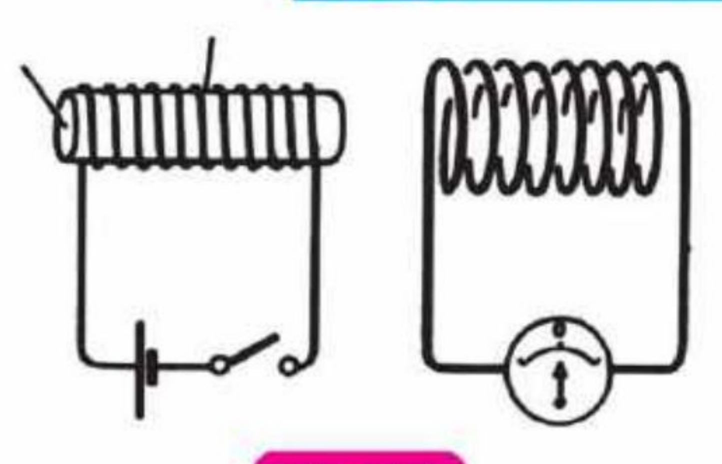

طارق يحيي





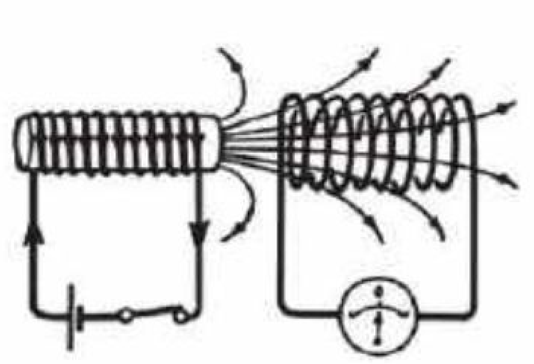

# الحث المتبادل

## الحث المتبادل Mutual Induction بين ملفين



شكل (٣-٤ ا)

ا) فى حالة عدم وجود تيار فى الملف الأول لا توجد قوة دافعة كهربية فى الملف الثانى



شكل (٣-٤ ب)

ب) لحظة غلق دائرة الملف الأول فإن قوة دافعة كهربية تتولد فى الملف الثانى

شكل (٣-٤ جـ)

جـ) بعد استقرار الفيض المغناطيسى فإن التيار فى الملف الثانى ينعدم

إذا وضع ملفان أحدهما داخل الآخر أو أحدهما بالقرب من الآخر كما فى شكل (٣-٤) فإن تغير شدة التيار الكهربى فى أحدهما يولد قوة دافعة كهربية مستحثة فى الآخر. وتبعاً لقانون فاراداى، تتناسب القوة الدافعة الكهربية المستحثة مع معدل التغير فى الفيض المغناطيسى المار به. ونظراً لأن الفيض المغناطيسى يتناسب طردياً مع شدة التيار فى الملف الأول. فإن القوة الدافعة الكهربية المستحثة تتناسب مع معدل التغير فى شدة التيار فى الملف الأول.

ولهذا يكون :

$$(emf)_2 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(emf)_2 = - M \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \qquad (٣-٢)$$

حيث M معامل الحث المتبادل بين الملفين. ووحدته تكافىء $VsA^{-1}$ وهو ما يسمى بالهنرى Henry. فالهنرى هو وحدة قياس معامل الحث بصفة عامة.

وتدل الاشارة السالبة - كما تقتضى قاعدة - لنز على أن اتجاه القوة الدافعة المستحثة أو اتجاه التيار المستحث يكون بحيث يقاوم التغير المسبب له.

ويتوقف معامل الحث المتبادل بين ملفين على العوامل الآتية :

١ - وجود قلب من الحديد Core داخل الملفين.

٢ - حجم وعدد لفات الملفين Coils.

٣ - المسافة الفاصلة بينهما.

ويعد المحول الكهربى أوضح مثال للحث المتبادل.

## الشرح والتوضيح

### مالمقصود بالحث التبادل بين ملفين؟

هو تولد ق د ك مستحثه في ملف ثانوي عندما يتغير شده التيار في ملف مجاور له ابتدائئ او اذا وضع ملفان احدهما داخل الاخر او بجواره وتغير في احدهما شده التياريتولد في الملف الاخر ق د ك مستحثه

السبب

عند تغيرشده التيار في احد الملفين يتغير الفيض المغناطيسي الناتج عنه والذي يقطع لفات الملف المجاور وحسب قانون فاراداي تتولد في الملف المجاور قوه دافعة كهربيه مستحثه تتناسب مع المعدل الزمني لتغير الفيض فيه

$$emf_2 \alpha \frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$emf_2 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$emf_2 = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

تشير الي قاعدة لنز

معامل الحث المتبادل

الثابت $M$ يسمي معامل الحث المتبادل بين ملفين

ووحداته كما تعرف من المعادله

$$M = \frac{-emf_2.\Delta t}{\Delta I_1}$$

الهنري يكافئ ⇐ فولت . ثانيه / أمبير

## المناقشه

❶ عرف الهنري ؟ ماهي الوحده المكافئه ؟

❷ ما العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث المتبادل بين ملفين؟

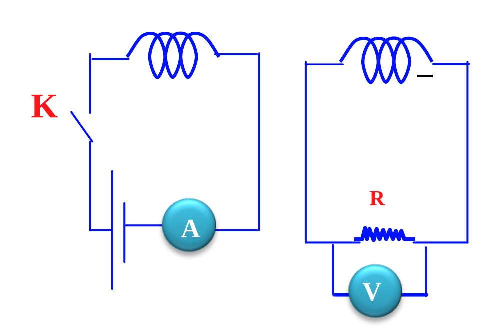
الاشاره السالبه تشير الي ان ق د ك المستحثه في الملف الثانوي تكون بحيث يعاكس التغيرفي $\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t}$ داخلة سواء بالزياده اوبالنقص

❸ عرف معامل الحث المتبادل بين ملفين ؟

طارق يحيي

❹ اذكر احد التطبيقات لظاهره الحث المتبادل؟

## مثال توضيحي




عند قفل المفتاح يصل مؤشرمللي أميتر لقراءه 100 mA بعد 0.1 ثانيه ينحرف مؤشر الفولتميتر لحظيا الي 6 V

احسب معامل الحث المتبادل بين ملفين

$$(e.m.f)_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$6 = M \frac{0.1}{0.1}$$

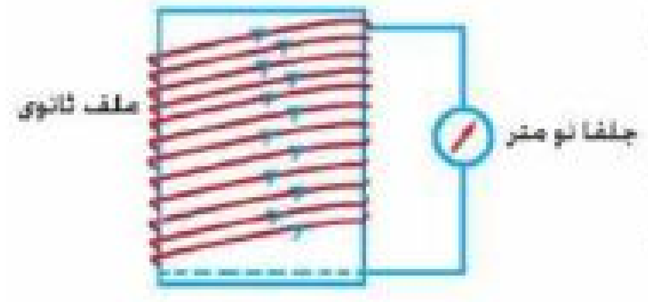
$$M = 6 \text{ هنري}$$

### تجربة دراسة الحث المتبادل بين ملفين

ويمكن دراسة الحث المتبادل بين ملفين تجريبيا كما يلى :

يوصل أحد الملفين ببطارية ومفتاح وريوستات. وعندئذ يعرف هذا الملف بالملف الابتدائى. ويوصل الملف الثانى بجلفانومتر حساس، صفره فى المنتصف، ويعرف هذا الملف بالملف الثانوى شكل (٣-٥). ثم نتبع الخطوات التالية،

١ - تقفل دائرة الملف الابتدائى. وبتقريب (أو ادخال) الملف الابتدائى من (أو فى) الملف الثانوى، يلاحظ إنحراف مؤشر الجلفانومتر فى إتجاه معين مما يدل على أن قوة دافعة مستحثة تولدت فى الملف الثانوى، نتيجة لتغير خطوط الفيض المغناطيسى التى تمر بلفات هذا الملف. وعند إبعاد (أو إخراج) الملف الابتدائى عن (أو من) الملف الثانوى، ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى اتجاه مضاد.




شكل (٣-٥)
دراسة الحث المتبادل بين ملفين

٢ - يتم ادخال الملف الابتدائى فى الملف الثانوى، وتزاد شدة التيار المار فى الملف الابتدائى، فينحرف مؤشر الجلفانومتر فى الملف الثانوى فى إتجاه معين، وعند إنقاص شدة التيار المار فى الملف الابتدائى ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى الإتجاه المضاد. مما يدل على تولد قوة دافعة مستحثة فى الملف الثانوى اثناء زيادة شدة التيار فى الملف الابتدائى أو اثناء إنقاصه.

٣ - مع وجود الملف الإبتدائى داخل الملف الثانوى، تقفل دائرة الملف الابتدائى. عندئذ ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى إتجاه معين، ثم تفتح دائرة الملف الابتدائى، وعندئذ ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى إتجاه مضاد، مما يدل على أن قوة دافعة مستحثة تتولد فى الملف الثانوى اثناء قفل الدائرة أو فتحها. وبتحليل الملاحظات السابقة نجد ما يلى :

١ - ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى اتجاه معين فى الحالات الآتية :

أ) اثناء تقريب أو ادخال الملف الابتدائى فى الملف الثانوى.

ب) أثناء زيادة شدة التيار فى الملف الابتدائى.

جـ) عند قفل الدائرة الابتدائية أثناء وجود الملف الابتدائى داخل (أو قرب) الملف الثانوى.

تتولد فى جميع هذه الحالات قوة دافعة كهربية فى الملف الثانوى عند حدوث أى تغير موجب فى الفيض المغناطيسى الذي يقطعه الملف الثانوى. ويكون إتجاه القوة الدافعة الكهربية المستحثة وإتجاه التيار المستحث فى إتجاه عكسى (أى فى عكس اتجاه التيار بالملف الابتدائى).



حتى يكون المجال المغناطيسى المستحث فى اتجاه مضاد ليقاوم زيادة المجال المغناطيسى المؤثر.

٢ - ينحرف مؤشر الجلفانومتر فى الإتجاه المضاد فى الحالات الآتية :

أ) أثناء إبعاد أو إخراج الملف الابتدائى من الملف الثانوى.

ب) أثناء نقص شدة التيار فى الملف الابتدائى.

جـ) عند فتح الدائرة الابتدائية أثناء وجود الملف الابتدائى داخل (أو قرب) الملف الثانوى.

وهى الحالات التى تتناقص فيها شدة المجال المغناطيسى المؤثر. ويكون اتجاه القوة الدافعة الكهربية المستحثة واتجاه التيار المستحث فى إتجاه طردى، حتى يكون المجال المغناطيسى الناشئ عنه فى نفس الاتجاه ليقاوم تناقص المجال المغناطيسى المؤثر.

وهذه الملاحظات توضح قاعدة لنز حيث يكون اتجاه التيار المستحث بحيث يقاوم التغير المسبب له.

## الشرح والتوضيح

**بعد قرأتك للتجربه لاحظ انه**

**يكون اتجاه التيار المستحث في الملف الثانوي في اتجاه معين في الحالات الاتية**

١- لحظه غلق دائره الملف الابتدائئ وهو بداخل الملف الثانوي

٢- لحظه زياده شده التيار بواسطه الريوستات و الملف الابتدائي داخل الملف الثانوي

٣- لحظه تقريب الملف الابتدائي وهويمر فيه التيار من الملف الثانوي

**ويكون اتجاه التيار المستحث في الملف الثانوي في الاتجاه المعاكس**

١- لحظه فتح دائره الملف الابتدائي وهو داخل الملف الثانوي

٢- لحظه انقاص شده التيار بواسطه الريوستات والملف الابتدائي داخل الملف الثانوي

٣- لحظه ابعاد الملف الابتدائي من الملف الثانوي وهذه التجربه تؤكد قاعده لنز

**اشرح تجربه توضح بها قاعده لنز**

طارق يحيي

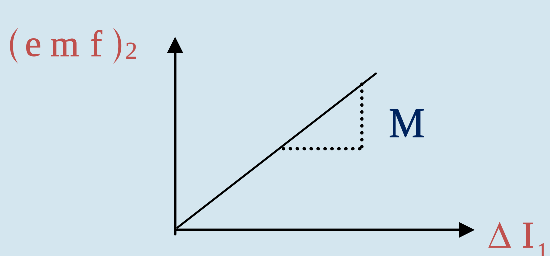
تجربه فاراداي او تجربه الحث المتبادل





**ملاحظات هامة**

اذا ثبت ملفان وكانت المسافه بينهما ثابته وابعادهم الهندسيه وعدد اللفات والوسط ثابت يبقي M بينهما ثابت مهما غيرت في شده تيار الملف الابتدائي لان التناسب يكون بين $\Delta I_1$ و$(e.m.f)_2$
لاحظ الميل يكون موجب اما الاشاره السالبه هي اشاره لنز




$$M = \frac{-emf_2}{\frac{\Delta I_1}{\Delta t}}$$

$$\frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 1 \Rightarrow M = emf_2$$

## معامل الحث المتبادل :

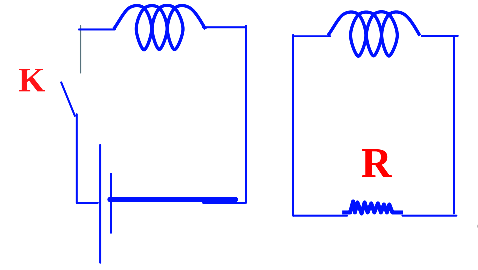
**مقدار القوه الدافعه الكهربيه المستحثه المتولده في أحد الملفين عند تغير شده التيار في الملف الأخر بمعدل 1 أمبير / ثانيه**

## تدريبات



اختر ما بين الاقواس

عند وضع ساق حديديه داخل الملفين




١- تزداد ق د ك المستحثه في الملف الثانوي

٢- يزداد معامل الحث المتبادل بين ملفين

٣- ١,٢

٤- ١ فقط

طارق يحيي

**عند استبدال الملف الثانوي باخر عدد لفاته اكبر**

١- تزداد ق د ك المستحثه فيه

٢- يزداد معامل الحث المتبادل بينهما

٣- ١، ٢

٤- ١ فقط

**في المثال الاول عند زياده عدد لفات الملف الابتدائي مع اهمال مقاومته**

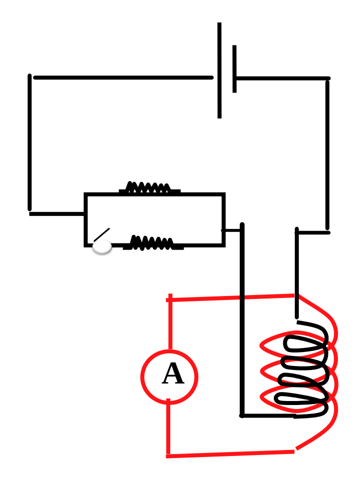
١- تزداد ق د ك المستحثه في الملف الثانوي وتزداد قيمته

٢- تقل ق د ك المستحثه في الملف الثانوي وتقل قيمته

٣- ١ فقط

٤- ٢ فقط

**في الشكل المقابل عند قفل المفتاح**




١- تزداد قراءه الاميتر

٢- تقل قراءه الاميتر

٣- لا تتغيرقراءه الاميتر

٤- تزداد قيمه $M$ بين الملفين

٥- تقل قيمه $M$ بين الملفين

٦- لا تتغير قيمه $M$

**لاحظ**

الكتاب لم يذكر كلمه مستحث طردي او مستحث عكسي

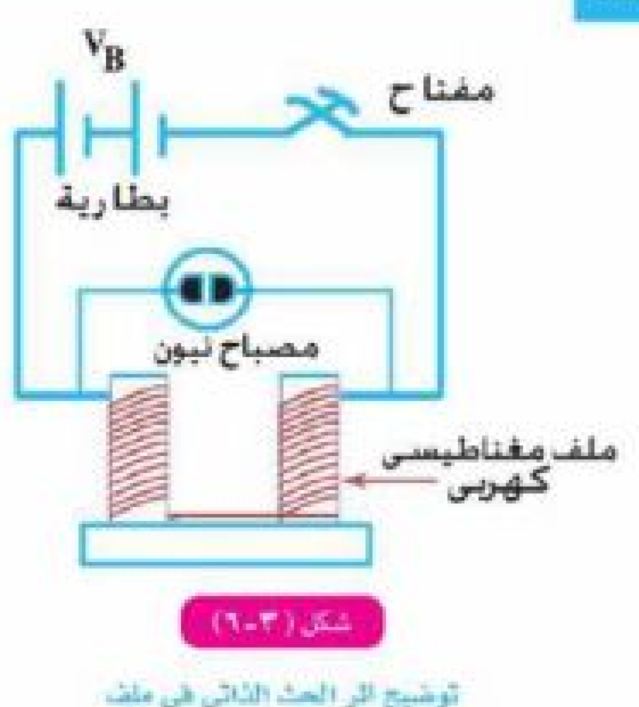
طارق يحيي




# الحث الذاتي

## الحث الذاتي Self Induction لملف :

يمكن إدراك ما نعنيه بالحث الذاتي لملف بتوصيل ملف مغناطيسي كهربي قوي (عدد لفاته كبير) على التوالي مع بطارية ومفتاح ليمر به تيار كهربي كما في شكل (٣-٦). يتولد عن مرور التيار الكهربي في الملف مجال مغناطيسي قوي حيث تعمل كل لفة كمغناطيس قصير بحيث تقطع اللفات المجاورة خطوط الفيض المغناطيسي له. عند فتح الدائرة يلاحظ مرور شرر كهربي بين طرفي المفتاح. يفسر هذا بأن قطع التيار الكهربي في دائرة الملف يؤدي إلى تلاشي المجال المغناطيسي للفاته.



شكل (٣-٦)
توضيح أثر الحث الذاتي في ملف

فيتغير المعدل الزمني الذي تقطع به كل لفة خطوط الفيض، فتتولد فيها قوة دافعة مستحثة. والقوة الدافعة المستحثة في لفات الملف ككل ناتجة عن الحث الذاتي للملف نفسه.

هذه القوة الدافعة المستحثة الناشئة عن الحث الذاتي للملف عند قطع التيار فيه - أي عند فتح الدائرة - تعمل تبعاً لقاعدة لنز على توليد تيار تأثيري في نفس إتجاه التيار الأصلي مما يؤدي إلى ظهور شرر عند طرفي المفتاح.

وعندما يكون عدد لفات الملف كبيراً، تكون القوة الدافعة المستحثة عند قطع التيار $emf_1$ اكبر كثيراً من القوة الدافعة الكهربية ($V_B$) للبطارية. وقد تسبب توهج مصباح نيون يوصل على التوازي بين طرفي الملف (يتطلب مصباح النيون لتوهجه جهداً يصل إلى حوالي 180 فولت).

ونظرا لأن القوة الدافعة الكهربية المستحثة تتناسب طرديا مع المعدل الزمني لتغير الفيض المغناطيسي ، الذي يتناسب بدوره مع المعدل الزمني لتغير التيار في الملف ، فإن القوة الدافعة المتولدة بالحث الذاتي تتناسب طرديا مع المعدل الزمني لتغير التيار في الملف أي أن :

$$(emf)_1 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (emf)_1 = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} \qquad (٣-٣)$$

حيث L ثابت التناسب، ويعرف بمعامل الحث الذاتي للملف، وتدل الإشارة السالبة على أن القوة الدافعة المستحثة تعاكس التغير المسبب لها (قاعدة لنز) ويعبر عن L بالعلاقة

$$L = -\frac{emf}{\Delta I / \Delta t} \qquad (٤-٣)$$

أي أن معامل الحث الذاتي للملف يقدر بالقوة الدافعة الكهربية المستحثة، عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار يساوي الوحدة (أي عندما يتغير التيار بمقدار أمبير واحد في الثانية) ويقاس الحث الذاتي لملف بوحدة تسمى الهنري.

## الشرح والتوضيح

لعلك لاحظت في تجارب فاراداي علي الملف عند ادخال المغناطيس في الملف تقطع خطوط الفيض لفات الملف وتتولد ق د ك مستحثه وكذلك عند اخراج المغناطيس من الملف

كذلك الحال لو الملف مر به تيار كهربي هذا التيار يولد مجال مغناطيسي كما رايت في الفصل التاني وهذا المجال المتولد ينمو ويتزايد في الملف تدريجيا نتيجه مرور التيار في لفات الملف بالتدريج كما لو كان مغناطيس يدخل الملف ويقطع مجاله لفات الملف ويولد ق د ك مستحثه تعاكس ال ق د ك للبطاريه وتكون اقل منها لو طبقنا قانون كيرشوف التاني اثناء قفل المفتاح

$$V_B = V + IR$$ طارق يحيي

وبالمثل عند قطع التيار في الملف ينعدم التيار بسرعه اكثر من نموه فيتراجع الفيض المغناطيسي الناشئ عن التيار بسرعه ويقطع لفاته كما لو كان المغناطيس

يخرج من الملف فتتولد في الملف ق د ك مستحثه تكون كبيره اكبر من القوة الدافعه الكهربيه للبطاريه تعمل في نفس اتجاه ق د ك للبطاريه وتعمل شراره كهربيه عند طرفي المفتاح هذا هو الحث الذاتي للملف

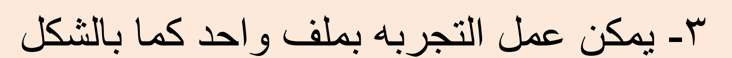
## ما هو الحث الذاتي للملف

هي ظاهره تولد ق د ك مستحثه في ملف اثناء تغيرالتيار فيه

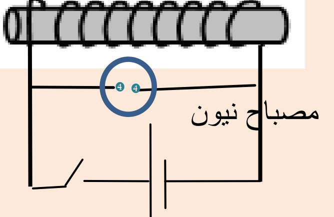
وفي التجربه السابقه تلاحظ ان

١- الغرض منها توضيح ما نعنيه بالحث الذاتي للملف ومشاهده ق د ك المستحثه في الملف اثناء قطع التيار فيه

٢- استخدم ملف علي قلب من الحديد مكون من جزئين لكن اتجاه لف السلك علي القلب الحديدي موحد الاتجاه



٣- يمكن عمل التجربه بملف واحد كما بالشكل




### حساب القوة الدافعة المتولدة بالحث الذاتي لملف

$$emf \, \alpha \frac{\Delta \varphi_m}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta \varphi_m}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

تشير الي قاعده لنز

معامل الحث الذاتي

وهذه هي القوة الدافعه المستحثه المتوله في الملف لحظه فتح دائرته

طارق يحيي

**الهنري Henry :**

هو معامل الحث الذاتي لملف حين تتولد قوة دافعة مستحثة تساوى فولت واحد عندما يتغير التيار بمعدل امبير واحد فى الثانية.

أى أن :

$$\text{واحد هنرى} = \frac{\text{واحد فولت . ثانية}}{\text{امبير}}$$

$$1H = Vs/A$$



العالم هنرى

ويتوقف معامل الحث الذاتي لملف على شكله الهندسي، وعلى عدد لفاته، وعلى المسافة بين اللفات، اى على طول الملف، وعلى نفاذية القلب المغناطيسية.

ومن تطبيقات الحث الذاتي إضاءة المصباح الفلورسنت، حيث يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف في انبوبة مفرغة من الهواء، وبها غاز خامل، مما يسبب تصادمات بين ذراته، تؤدي إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلي بالمادة الفلورسية، مما يؤدي إلى إنبعاث الضوء المرئي.

ولاحظ من المعادله السابقه

**الهنري** **معامل الحث الذاتي لملف حين تتولد قوة دافعة كهربية مستحثه تساوي واحد فولت عندما يتغير التيار بمعدل واحد أمبير في الثانية**

هنرى يكافئ فولت . ثانية / أمبير = أوم ثانية

**العوامل التي يتوقف عليها الحث الذاتي لملف**

١- الشكل الهندسي (الاسطواني يزيد من حثه الذاتي)

طارق يحيي

٢- عدد اللفات (زياده عدد اللفات يزيد من معامل الحث الذاتي)

٣- المسافه بين اللفات كلما تقاربت معامل الحث الذاتى

٤- نفاذيه القلب المغناطيسيه اذا لف علي قلب حديدي



**اهم التطبيقات علي الحث الذاتي**

اضاءه مصباح الفلورسنت

**كيف ؟**

يتم تفريغ الطاقه المغناطيسيه المختزنه في الملف علي هيئه فرق جهد عالي في انبوبه مفرغه من الهواء بها غاز نيون تحت ضغط منخفض فتتصادم ذراته مع جدران الانبوبه المطلي بماده فلوريسيه فيحدث انبعاث ضوء مرئي

**توضيح لهذه العمليه**

هناك مواد فوسفوريه ومواد فلوريسيه

**الاولي**:اذا سقط عليها الضوء لفتره ثم وضعتها في الظلام تظل تبعث بوميض يستمر لفتره طويله مثل عقارب الساعه ومفاتيح الكهرباء في المنازل

**والثانيه**:اذا تصادمت عليها ذرات مثاره تومض في الحال ولا تنتظر فتره ثم تومض وهذه تحتاج طاقه كهربيه عاليه تؤدي الي تصادم الذرات ولقد استغلت ق د ك المستحثه من الملف في اثاره ذرات غاز النيون الخامل داخل انبوبه الفلورسنت

**التيارات الدوامية: Eddy Currents**

إذا تم تغيير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق قطعة معدنية، تتولد فيها تيارات مستحثة، تسمى التيارات الدوامية. والتغير فى عدد خطوط الفيض المغناطيسى المقطوعة يتم إما بتحريك القطعة المعدنية فى مجال مغناطيسى ثابت، وإما بتعريض القطعة المعدنية لمجال مغناطيسى متغير، وليكن المجال المغناطيسى الناشىء عن تيار متردد.

ويستفاد من التيارات الدوامية فى صهر الفلزات فيما يسمى بأفران الحث Induction Furnaces.

## التيارات الدواميه

هي تيارات تنشا وتتحول الي حراره داخل قطعه معدنيه اذا تعرضت لمجال مغناطيسي متغير ونحصل علي المجال المغناطيسي المتغير (الشدة ــ الاتجاه– الشده والاتجاه) عن طريق وضع القطعه المعدنيه في

1. مجال مغناطيسي ثابت ونحركها داخل المجال
2. مجال مغناطيسي متغير المجال الناشئ عن تيار متردد



ركها داخل المجال :

## توضيح كيف تتولد التيارات الدواميه

من المعروف ان المعادن بها ذرات غريبه وذرات لاتاخذ مكانها الصحيح في الترتيب الذري للمعادن وهذه الذرات تكون الكثافه الالكترونيه حولها غير متناسقه فاذا تعرضت الماده التي بها هذه العيوب لمجال مغناطيسي متغير او متردد تتحرك شحنات هذه الذرات لمسافات داخل المعدن وفي مسارات غير محدده وسرعان ما تتحول الي حراره بسبب المقاومه الذاتيه لها من المعدن

## اهم التطبيقات علي التيارات الدواميه

صهر الفلزات في افران الحث

## المناقشه

**س١ : اذكر ما نعنيه بكل من**

١- الحث الذاتي لملف
٢- معامل الحث الذاتي لملف
٣-الهنري
٤- التيارات الدواميه

**س٢:اذكر اهم التطبيقات علي**

١- الحث الذاتي

٢- التيارات الدواميه

**س٣ اذكر اهم العوامل التي يتوقف عليها معامل الحث الذاتي لملف**

## تدريبات علي الحث الذاتي والحث المتبادل

**اذكر حاله واحده ينعدم فيها**

1. الحث المتبادل بين ملفين دون قطع التيار في الملف الابتدائي

جـ :التباعد

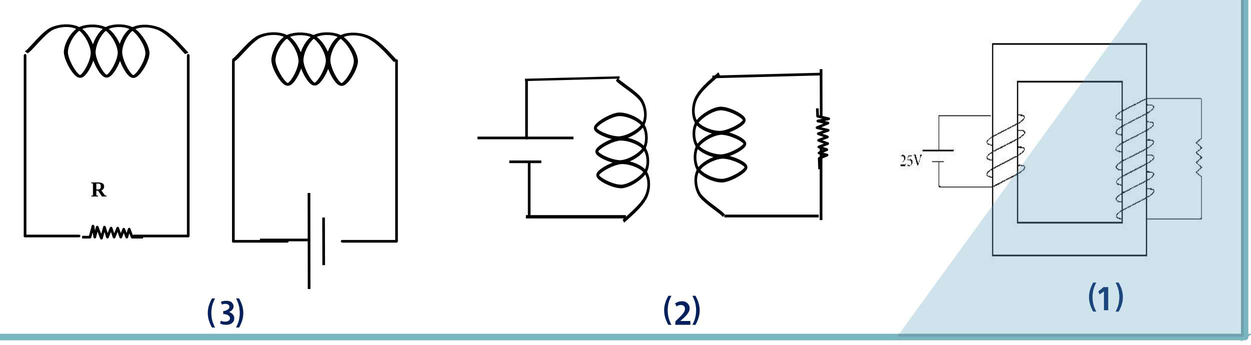
2. الحث الذاتي لملف دون قطع التيار في ملفه

جـ :اللف المزدوج

طارق يحيي



في الاشكال الاتيه اذا كان الملفان متماثلان والبطاريه ثابته والمسافه بينهما ثابته
اي الاشكال الاتيه يكون معامل الحث المتبادل بينهما اكبر قيمه له



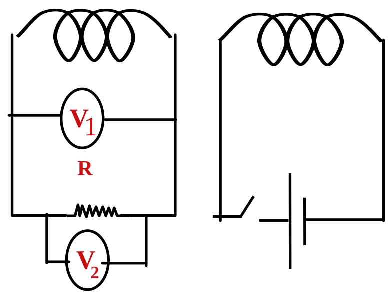

في تجربه الحث المتبادل بين ملفين

اذكر:_

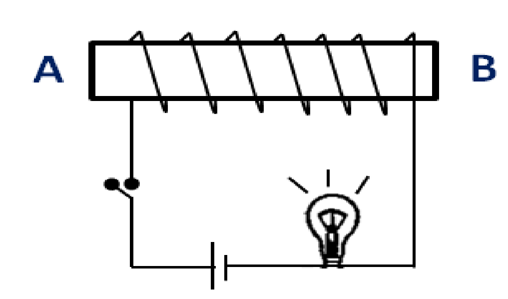
ثلاث حالات تؤدي الي انحراف مؤشر الجلفانومتر في الملف الثانوي في اتجاه معين

وثلاث حالات تؤدي الي انحرافه في الاتجاه المضاد

عند فتح المفتاح يقراء الفولتميتر $V_1$ 200 فولت لحظيا ويقراء الفولتميتر $V_2$ 100 فولت احسب معامل الحث المتبادل بينهما اذا كان معامل الحث للملف الابتدائي 0.4 هنري




في الشكل المقابل
ماذا يحدث لاضاءه لحظيا عند تقريب القطب الجنوبي لقضيب مغناطيسي الي الطرف A مره ، والي الطرف B مره أخري مع التفسير




طارق يحيي


الدرس 6

# المولد الكهربي ( الدينامو )

## دينامو التيار المتردد (المولد الكهربى) :

المولد الكهربي أو الدينامو AC Generator - Alternator - Dynamo هو وسيلة أو جهاز لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية، عندما يدور ملفه فى مجال مغناطيسى. ويمكن نقل التيار المستحث بواسطة أسلاك لمسافات طويلة.

ويتركب المولد الكهربى البسيط كما فى الشكل (٣-٨) من اجزاء أربعة هى :

(أ) المغناطيس الثابت Field Magnet

(ب) الملف Armature (Loop)

(جـ) حلقتا انزلاق Slips

(د) فرشتان Brushes

يمكن أن يكون المغناطيس الثابت مغناطيسا دائما أو مغناطيسا كهربيا. والملف إما أن يكون ملفا من لفة واحدة، أو عدة لفات، بين قطبى المغناطيس وتتصل بنهايتيه حلقتان معدنيتان تدوران مع دوران الملف فى المجال المغناطيسى. التيارات المستحثة فى الملف تمر إلى الدائرة الخارجية خلال فرشتين Brushes من الجرافيت، كل منهما تلامس واحدة من الحلقتين المنزلقتين.



الشكل (٣-٨)

رسم مبسط للدينامو اى مولد التيار المتردد

والشكل (٣-٩) يمثل دوران الملف بين قطبى المغناطيس وإتجاه التيار المستحث فى لحظة ما.

# الشرح والتوضيح

**دينامو التيار المتردد( المولد الكهربي)** يطلق عليه دينامو لانه جهاز يقوم بتحويل الطاقه الميكانيكيه الي طاقه كهربيه
يطلق عليه مولد التيار المتردد لان التيار الناتج منه ليس له اتجاه ثابت ويتردد بين اتجاهين ذهابا وايابا في دائرته والتيار الناتج منه ينقل عبر الاسلاك لمسافات طويله لان القوة الدافعه الناتجه منه تتوقف علي حركه ملفه او دوران ملفه في مجال مغناطيسي بعكس البطاريات التي تنتج التيار المستمر تتوقف القوة الدافعه لها علي التفاعل الكيميائى داخلها والتي تحتاج شحن كما ان التيار المستمر ينتج عنه فيض مغناطيسي ثابت فلا يستفاد منه في ظاهرت الحث المتبادل بعكس التيار المتردد له مجال مغناطيسي متردد ايضا يستفاد منه في الحث المتبادل كما ستري في المحول الكهربي لاحقا

**والفكره العلميه التي بني عليها عمل المولد**

هي تولد ق د ك مستحثه في ملف يدور في مجال مغناطيسي
المولد الكهربي البسيط (النموذج) هو نموذج يوضح الاجزاء الرائيسيه التي يتكون منها اي مولد كهربي وطريقة الحصول منه على ق د ك مستحثه وحساب قيمتها ثم بعد ذلك يدخل عليه تعديلات لجعل التيار المستحث الناتج منه ثابت الاتجاه ثم ثابت الشده و

**ملاحظات هامة**

١-لاحظ ان القطبان المغناطيسيان هنا مقعران لجعل خطوط الفيض متوازيه لان اي خط فيض يخرج عمودي علي المماس لسطح التقعر وبما انها ستتنافر مع بعضها فهذا التقعر يعوض تنافرها ويجعلها متوازيه

٢-الفرشتان مصنوعتان من الجرافيت (الكربون) ولا تصنع من المعدن للاسباب الاتيه:
هي موصله للكهربا لا تحدث شرر حراري اثناء الدوران وملامستها للحلقتان وتولد حراره ويستبدلان عندما يتاكلان

٣-الجسم الذي يتحرك علي محيط دائره تكون له سرعه زاويه تقدر بالزاويه التي يقطعها في وحدة الزمن وتسمي السرعه الزاويه

طارق يحيي

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

وحيث ان وحدات السرعه تقدر بالطول او المسافه علي زمن لذلك فان الزمن الذي يستغرقه الجسم المتحرك علي محيط الدائره لعمل هذه الزاويه يساوي نفس الزمن للقطع القوس ألمقابل لهذه الزاويه حيث

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{\text{طول القوس}}{r\,t} = \frac{\text{السرعه الخطيه}}{r}$$

وتصبح وحدات السرعه الزاويه الراديان لكل ثانيه

حيث V هي السرعه الخطيه اي المسافه او الطول المقطوع في وحدة الزمن وبالتالي

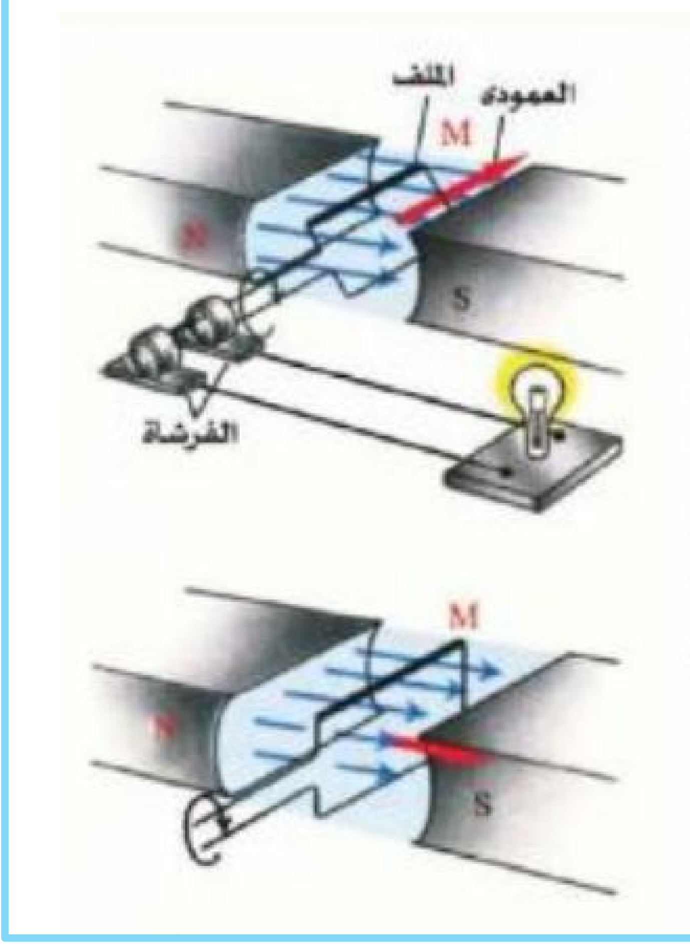
$$V = \omega\, r$$

## تغيرات القوه الدافعه الكهربيه المستحثه في ملف الدينامو خلال دور كامله من دوران الملف المولد له

ناخذ في الاعتبار الوجه M من الملف الدوار في أوضاع مختلفة كما في شكل (٣-٩).

عندما يدور الملف حول محوره في دائرة نصف قطرها r تكون السرعة الخطية هي :

$$v = \omega r$$




حيث ω السرعة الزاوية وتساوي (2πf)

حيث f هو التردد. وبالتعويض عن v في العلاقة (6-11) نجد ان :

$$e.m.f = B\ell\,\omega\, r \sin\theta$$

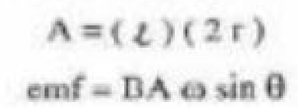
حيث θ هي الزاوية بين اتجاه السرعة التي يتحرك بها السلك واتجاه كثافة الفيض.

عندما يكون الملف في الوضع العمودي علي اتجاه الفيض فان القوة الدافعة المستحثة تكون صفرا.

ومن ثم تكون القوة الدافعة المستحثة الكلية هي :

$$emf = 2B\ell\,\omega\, r \sin\theta$$

لكن مساحة وجه الملف (A) هي :



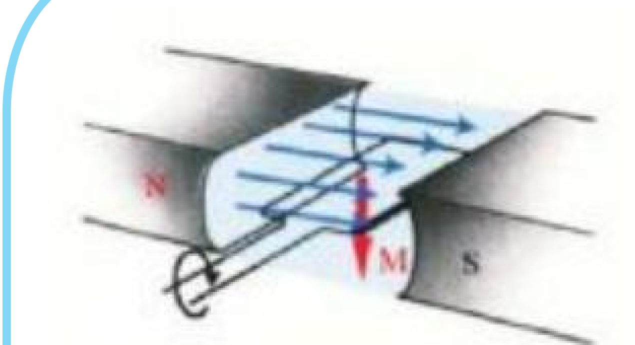
$$A = (\ell)(2r)$$

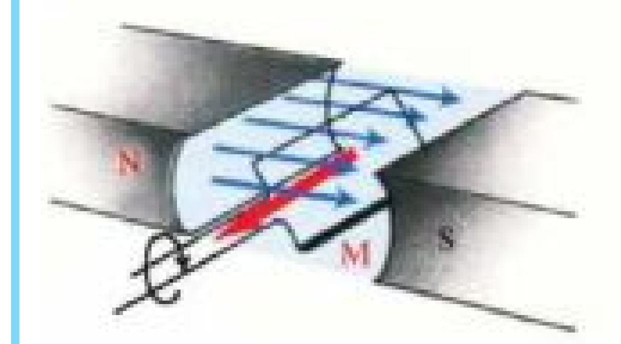
$$emf = BA\omega \sin\theta$$

وعندما يكون عدد لفات الملف N تصبح القوة الدافعة المستحثة اللحظية هي :

$$emf = NBA\omega \sin\theta \qquad (٣-٧)$$

ومن هذه العلاقة تتبين أن القوة الدافعة المستحثة تتغير جيبياً (أي بموجب منحنى الجيب Sine Curve) مع الزمن. وهذه الحقيقة موضحة في الشكل (٣-١٠). فالقوة الدافعة الكهربية المستحثة تتغير من نهاية عظمى موجبة عند $\theta = 90°$، إلى صفر عند $\theta = zero$




شكل (٣-٩)

تغير التيار المستحث خلال دورة كاملة للملف

وتكون النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة هي :

$$(emf)_{max} = NBA\,\omega = NBA\,(2\pi f) \qquad (٣-٨)$$

نظراً لأن $(\sin 90° = 1)$، ويمكن تعيين القوة الدافعة المستحثة اللحظية بدلالة النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة بواسطة العلاقة :

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta \qquad (٣-٩)$$

ونظراً لأن $\theta = \omega t = 2\pi f t$

فإن :

$$emf = (emf)_{max} \sin 2\pi f t \qquad (٣-١٠)$$

**حساب القوة الدافعة المستحثة ( e.m.f ) المتولدة في ملف الدينامو**

$$e.m.f = N\,A\,B\omega \sin\theta$$

## ملاحظه هامه

الزاويه θ هي زاويه بين العمودي علي وجه الملف اثناء الدوران (اتجاه الحركه عند اي لحظه الذي هو المماس للدائره التي يدور فيها الملف) والمجال

كما تلاحظ ان

ويعوض عنها بالتقدير الا الدائري اي نعوض عن

$$\pi = \frac{22}{7}$$

وبالتقدير الستيني

$$\pi = 180$$

لو ان

الجسم المتحرك علي محيط الدئره قطع المحيط

كله في زمن ما يسمي هذا الزمن الزمن الدوري وفي هذه الحاله

$$\omega = \frac{2\pi r}{r\,T} = 2\pi f$$

**حيث *F* هي التردد الذي يساوي مقلوب الزمن الدوري**

**الخلاصه**

ق د ك المتولده من الدينامو اللحظيه

$$e.m.f = N A B\omega \sin\theta$$

تتغير جيبيا مع الزمن

فين الزمن هنا

$$\theta = \omega t$$

وكما تعلم من

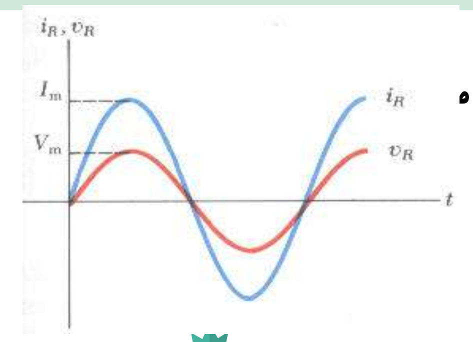
قانون القوه الدافعه المستحثه في مقاومه خارجيه بين طرفي المولد تتناسب مع شدة التيار المستحث فيها

$$I_{لحظيه} = I_{max} \cdot \sin\omega t$$

هذا معناه ان التيار المستحث يصل لقيمته العظمى عندما تصل e.m.f لقيمتها العظمى وينعدم عندما تنعدم e.m.f

التيار المستحث والقوه الدافعه المستحثه من الدينامو المتفقان ف الطور

ويمثل التيار المستحث بمنحنى جيبي ايضا مثل منحنى e.m.f

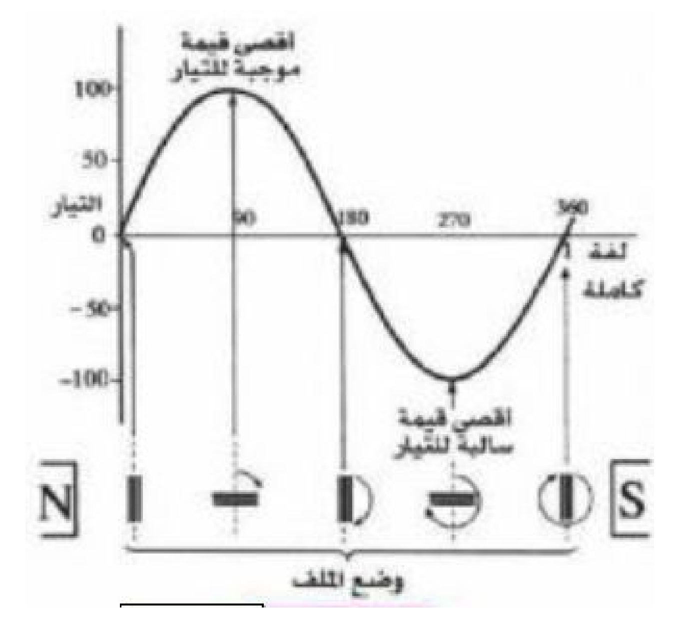


## ملاحظات هامة

ان التيار يغير اتجاهه كل نصف دوره وفى كل نصف دوره يتزايد من الصفر الى قيمه عظمى ثم يقل الي الصفر فى نفس الاتجاه وكذلك ق .د .ك وفى نصف الدوره الاخر يعكس اتجاهه مع زياده فى قيمه الي قيمه عظمي ثم يقل الي الصفر في نفس الاتجاه المعاكس




ومن هذا الشكل نتبين ان التيار المتولد يغير اتجاهه كل نصف دورة، وان تغيره يمثله منحنى جيبى (شكل ٣-١٠)، ومنه أيضا يتضح مفهوم التردد f وخلال ذبذبة كاملة تزداد شدة التيار من الصفر إلى نهاية عظمى، ثم تتناقص إلى الصفر، ثم يعكس التيار الكهربى اتجاهه فى الدائرة ويأخذ فى الزيادة حتى يصل إلى نهاية عظمى، ثم يأخذ فى التناقص حتى يصل إلى الصفر مرة أخرى. ويقال عندئذ أن التيار قد أتم ذبذبة كاملة. ويكون الملف قد أتم بدوره دورة كاملة. وعدد الذبذبات فى الثانية f هو التردد. ومن المعروف أن تردد التيار المنزلى يساوى 50 ذبذبة فى الثانية.




وينبغى أن نتذكر أن التيار المستحث يتناسب طرديا مع القوة الدافعة المستحثة.

لهذا يكون التيار المستحث اللحظى هو :

$$I = I_{max} \sin (2 \pi f t)$$

ويبلغ التيار المستحث نهايته العظمى عندما تبلغ القوة الدافعة المستحثة نهايتها العظمى وينعدم التيار المستحث عندما تنعدم القوة الدافعة المستحثة.



# العلاقات الرياضية

**لحساب السرعة الزاوية لملف الدينامو :**

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{\theta}{t} = 2\pi f$$

حيث : ( v ) السرعة الخطية للملف ، ( r ) نصف عرض الملف .

( q ) الزاوية المحصورة بين العمودي علي مستوي الملف و خطوط الفيض المغناطيسي .

( f ) تردد الملف ، أو عدد الدورات التي يصنعها الملف في الثانية ، أو سرعة الملف المنتظمة.

**لحساب القوة الدافعة اللحظية المتولدة في ملف الدينامو :**

$$(e.m.f)_{ins} = N B A 2 \pi f \sin\theta$$

**لحساب القوة الدافعة العظمي المتولدة في ملف الدينامو :**

$$(e.m.f)_{max} = N B A 2 \pi f$$

**لحساب الزاوية التي يصنعها ملف الدينامو في أي لحظة أثناء دورانه :**

$$\theta = \omega t = 2 \pi f t$$

**العلاقة بين ق.د.ك اللحظية المتولدة في ملف و القيمة العظمي لها :**

$$(e.m.f)_{ins} = (e.m.f)_{max} \sin\theta$$

## مثال توضيحي

**مثال :**

ملف فى مولد كهربى بسيط للتيار المتردد عدد لفاته 100 لفة مساحة مقطع كل منها $0.21 m^2$ يدور الملف بتردد 50 دورة فى الثانية فى مجال مغناطيسى ثابت كثافة فيضه $0.3 Weber/m^2$ ما النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة وما قيمتها عندما تكون الزاوية بين إتجاه السرعة وكثافة الفيض $30^\circ$؟

**الحل :**

$$(emf)_{max} = NBA\,\omega = NBA\,(2\pi f)$$



$$= 100 \times 10^{-3} \times 0.21 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 = 6.6\ V$$

النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة المتولدة تساوى 6.6V

$$emf = (emf)_{max} \sin\theta = 6.6 \times \sin 30 = 6.6 \times \frac{1}{2} = 3.3\ V$$

## تدريبات

١ـ كم مره يصل كل من التيار المستحث والقوه الدافعه المستحثه من الدينامو خلال الدوره الواحده

٢ـ ما المقصود بالتيار المتردد

وما المقصود بتردد التيار

وكم تردد التيارفى المنزل

ـ اى من الاجهزه الاتيه يصلح تشغيلها بالتيار المتردد

١ـ المكواه
٢ـ التليفزيون
٣ـ المروحه
٤ـ سخان المياه
٥ـ الثلاجه
٦ـ المصباح الكهربائي
٧- المحول الكهربي
شاحن الموبايل
التحليل الكهربي

ـ e m f العظمى المتولده من الدينامو تتوقف عل كل مما ياتى عدا

١ـ قوة القلب المغناطيسي
٢ـ عدد لفات الملف
٣ـ سرعة دوران الملف
٤ـ مساحة وجه الملف
٥ـ اتجاه دوران الملف

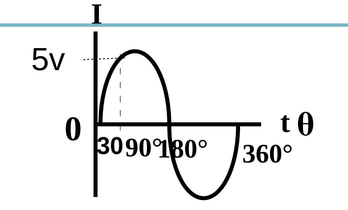
طارق يحيي

- ملف مستطيل مساحته 0.08 متر مربع وعدد لفاته 100 لفه يدور بسرعة زاويه ثابته 500 دوره فى الدقيقه في مجال منتظم كثافته 0.1 تسلا

احسب e m f المتولد فى الملف

لاحظ قيمة $\omega = 2\pi f$ وليست 500

- فى الرسم المقابل احسب e m f العظمى




- حل تدريبات الكتاب المدرسي

**القيمة الفعالة للتيار Effective Current**

ومما ينبغي الإشارة إليه ان القيمة المتوسطة لتيار متردد تساوى الصفر. إذ أن مقداره يتغير من ($I_{max}$ إلى $-I_{max}$). ومع ذلك تستنفد الطاقة الكهربية كطاقة حرارية نتيجة لحركة الشحنة الكهربية. ويتناسب معدل الطاقة الكهربية المستنفذة طرديا مع مربع شدة التيار. وافضل طريقة لقياس الشدة الفعالة للتيار المتردد هى إيجاد قيمة التيار الموحد الإتجاه الذى يولد نفس معدل التأثير الحرارى فى مقاومة معينة، او الذى يولد نفس القدرة التى يولدها التيار المتردد.

هذه القيمة تسمى القيمة الفعالة للتيار $I_{eff}$ وتساوى 0.707 من النهاية العظمى للتيار، اى ان :

$$I_{eff} = 0.707\, I_{max} \qquad (١١-٣)$$

وثمة علاقة مماثلة للقوة الدافعة الكهربية الفعالة هى :

$$(emf)_{eff} = 0.707\, (emf)_{max} \qquad (١٢-٣)$$

**القيمه الفعاله للتيار المتردد**

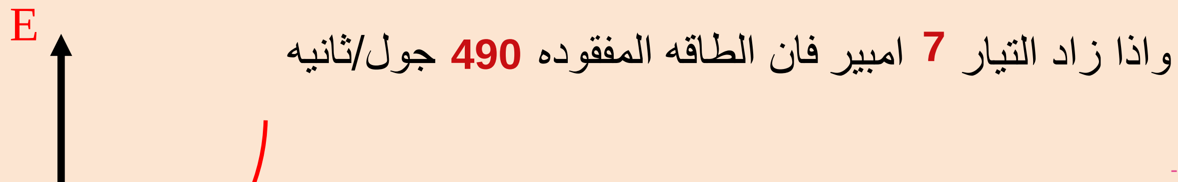
مرور التيار المتردد فى موصل يقابله فقد فى الطاقه الحركيه لشحناته وبالتالى تستنفذ طاقه كهربائيه (VIt) تتحول الى طاقه حراريه $RI^2$ تتناسب مع مربع شدة التيار بمعنى لو المقاومه 5 اوم والتيار 10 امبير فان الطاقه خلال ثانيه المفقوده 250 جول/ثانيه

طارق يحيي

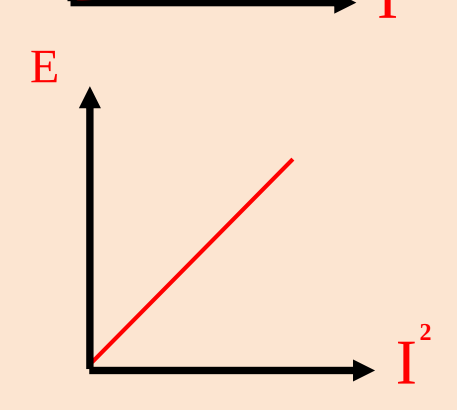
واذا زاد التيار الى 6 امبير فان الطاقه المفقوده 360 جول/ثانيه

## الشرح والتوضيح

واذا زاد التيار **7** امبير فان الطاقه المفقوده **490** جول/ثانيه



**العلاقه بين E , I**




**العلاقه بين E , $I^2$**

معناه ان الطاقه تتناسب مع مربع شدة التيار

وحيث ان التيار المتردد له تاثير حرارى مثل التيار المستمر ويصعب تقدير قيمته لانه يغير شدته واتجاهه
فعلينا تقدير شدة التيار المستمر الذي يعطى نفس القدره الكهربيه الذي يعطيها التيار المتردد فى نفس الموصل وتكون شدة التيار المتردد فى هذه الحاله

الشده الفعاله $I_{eff}$

والعلاقه بين $I$ , $I_{eff}$ هى $\qquad I_{eff} = I_{max} \times 0.707$

وكذلك بالنسبه للقوه الدافعه e m f $\qquad emf_{eff} = emf_{max} \times 0.707$

## مثال توضيحى

**مثال :**

إذا كانت شدة التيار الفعالة فى دائرة 10A وفرق الجهد الفعال هو 240 V فما هى النهاية العظمى لكل من التيار وفرق الجهد ؟

**الحل :**

$$I_{eff} = 0.707\ I_{max}$$

$$10 = 0.707\ I_{max}$$

ومنها
$$I_{max} = \frac{10}{0.707} = 14.14\ A$$

$$V_{eff} = 0.707\ V_{max}$$

$$240 = 0.707\ I_{max}$$

$$V_{max} = \frac{240}{0.707} = 339.5\ V$$

## تدريبات

عرف القيمه الفعاله للتيار

علل القيمه المتوسطه لتيار متردد خلال دورة تساوى صفر

احسب القيمه الفعاله لتيار متردد يمثل بالعلاقه

$e.m.f = 10\ \sin \omega t$

*فى الدائرتين المقابلتين

اى المصباحين يكون اكثر اضاءه علما بانهما متماثلان

120 v

120 v

### تقويم التيار الكهربى المتردد فى المولد الكهربى

تتطلب كثير من التطبيقات الكهربية استخدام تيار مستمر DC من مصدر تيار مترددAC، مثل تحضير بعض الفلزات بالتحليل الكهربى لمركباتها باستخدام تيار موحد الاتجاه. كما نحتاج إلى تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر فى شاحن التليفون المحمول. ويقتضى هذا تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر (أى تيار فى إتجاه واحد) فيما يعرف بعملية تقويم التيار Rectification. كذلك يمكن تحويل المولد المتردد إلى مولد مستمر DC Generator. ولهذا الغرض يتم استبدال الحلقتين المعدنيتين بما يسمى «مقوم التيار» Commutator ويتركب مقوم التيار من اسطوانة معدنية جوفاء مشقوقة إلى نصفين 1 ، 2 معزولين تماما عن بعضهما كما فى الشكل (٣-١١) . ويلامس نصفى الإسطوانة 1 ، 2 اثناء دورانهما فرشتان $F_1$ ، $F_2$. ويراعى ان




شكل (٣-١١أ) أ- مولد التيار المتردد

شكل (٣-١١ب) ب- مولد التيار المستمر




## الشرح والتوضيح

من امثلة التطبيقات الكهربيه التى تحتاج الى تيار مستمر من مصدر تيار متردد (لانه ذات جهد وتيار عالى وغير مكلف وسهل نقله)

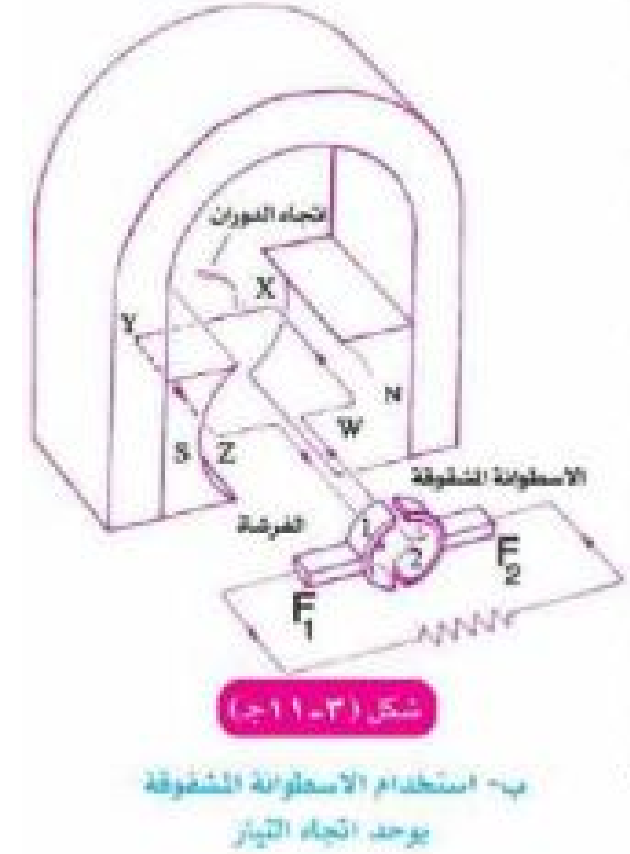
تحضير الفلزات بالتحليل الكهربي وكذلك فى شحن البطاريات وخاصه بطاريات الهواتف

**هناك طريقتان (لهذا الغرض)**

**الاولى:** تحويل التيار المتردد الى مستمر بواسطة دوائر تقويم Rectification
خارج نظام الكتاب

**الثانيه:** تحويل المصدر المتردد الى مصدر مستمر ويصبح مولد تيار مستمر D.C Generator

### شرح عمل دينامو التيار المستمر




شكل (٣-١١ج)

ب- استخدام الاسطوانة المشقوقة يوحد اتجاه التيار

تلامس الفرشاتان الشقين العازلين فى اللحظة التى يكون فيها مستوى الملف عموديا على خطوط الفيض المغناطيسى، اى فى اللحظة التى تكون فيها القوة الدافعة الكهربية المتولدة فى الملف صفرا.

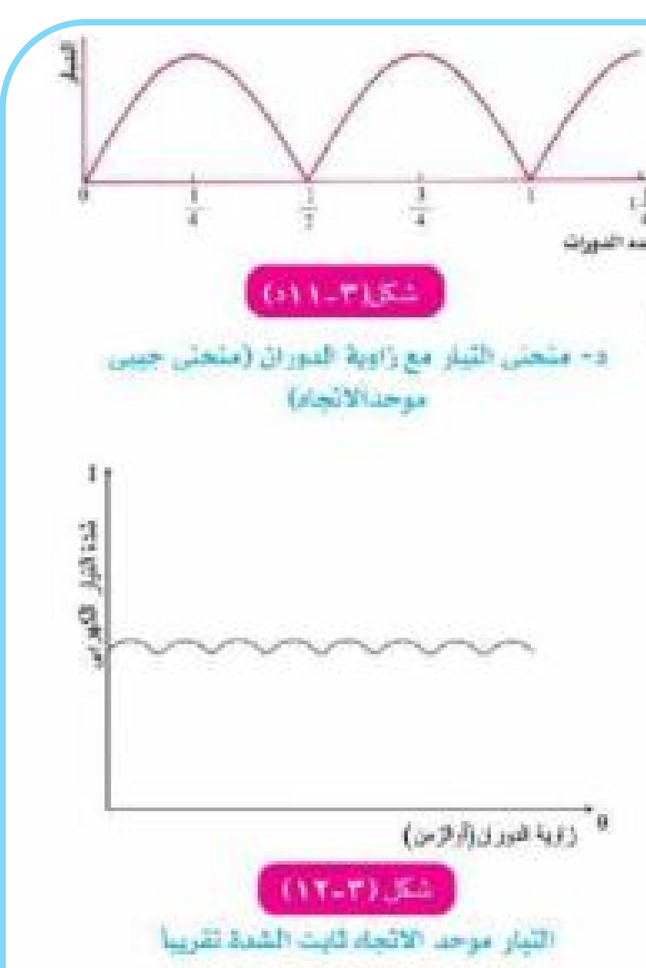
ولناخذ فى الإعتبار ان الملف سيبدا فى الدوران فى الإتجاه المبين بالشكل (٣-١١ج)، وفى خلال النصف الأول من الدورة ستكون الفرشاة $F_1$ ملامسة لنصف الاسطوانة 1 والفرشاة $F_2$ ملامسة لنصف الاسطوانة 2، وان التيار الكهربى سيمر فى الملف فى الإتجاه (WXYZ)، ويترتب على ذلك ان يمر التيار الكهربى فى الدائرة الخارجية من الفرشاة $F_1$ إلى الفرشاة $F_2$ خلال النصف الأول من الدورة.

## التوضيح

يتم عن طريق استبدال الحلقتان فى المولد المتردد باسطوانه مشقوقه نصفين معزولين بحيث يكون مستوى الشق العازل عمودى على مستوى الملف لكي يتلامس مع الفرشتان لحظة تعامد مستوى الملف على المجال ويصبح التيار الناتج مقوم الاتجاه فقط لكن مقداره يتزايد من الصفر الى قيمه عظمى ثم الى الصفر كما فى الشكل السابق

الخارجية موحد الإتجاه دائماً، كما في الشكل (٣-١١د). ويلاحظ هنا أن القوة الدافعة الكهربية موحدة الاتجاه، لكن مقدارها يتغير من الصفر إلى النهاية العظمى، ثم إلى الصفر كل نصف دورة من دورات الملف.

وللحصول على تيار كهربي موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبا تستخدم عدة ملفات بينها زوايا صغيرة، وتستخدم اسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة إلى عدد من الأجزاء يساوي ضعف عدد الملفات، فتكون شدة التيار الكهربي المار في الدائرة الخارجية ثابتة القيمة تقريبا، وبهذه الكيفية يتم الحصول فعليا على مولد ثابت الشدة DC generator (شكل ٣-١٢).



شكل (٣-١١د)
د- منحنى التيار مع زاوية الدوران (منحنى جيبي موحد الاتجاه)

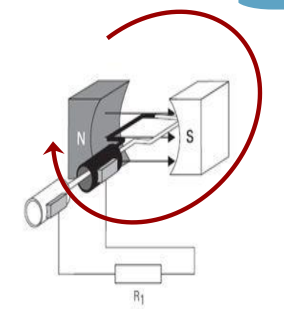
شكل (٣-١٢)
التيار موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبا

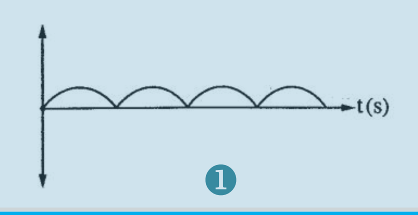
### ملاحظات هامة

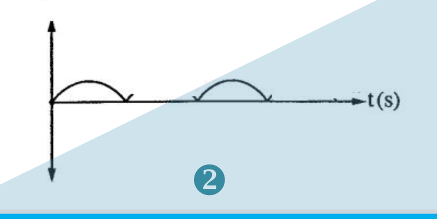
وللحصول على تيار موحد الاتجاه ثابت الشدة تزيد عدد الملفات وتنقسم الاسطوانه الى اجزاء عددها ضعف عدد الملفات وتكون بين مستويات الملفات زوايا ثابته

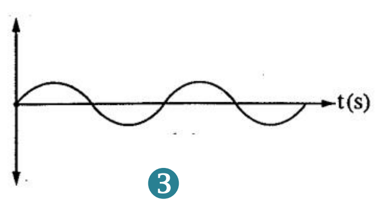
## تدريبات على الدينامو والقيمه الفعاله للتيار المتردد

ـ اذا ثبت ملف المولد الموضح بالشكل فى وضع افقى ودار القطبان المغناطيسيان حوله بانتظام يمثل التيار الناتج الشكل البياني رقم

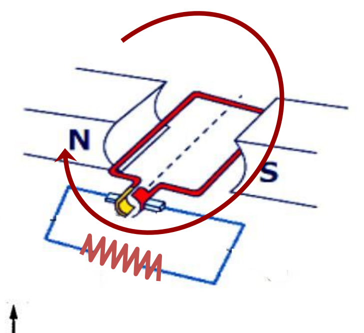


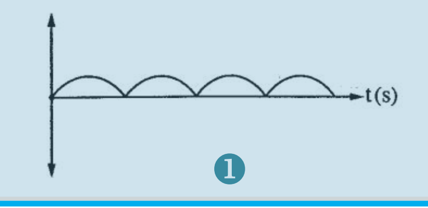



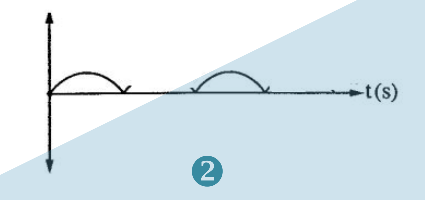



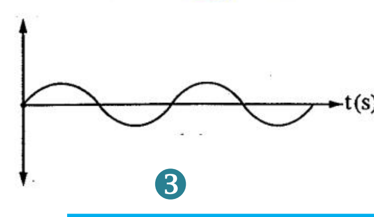




ـ اذا ثبت ملف المولد الموضح بالشكل فى وضع افقى ودار القطبان المغناطيسيان حوله بانتظام يمثل التيار الناتج الشكل البياني رقم

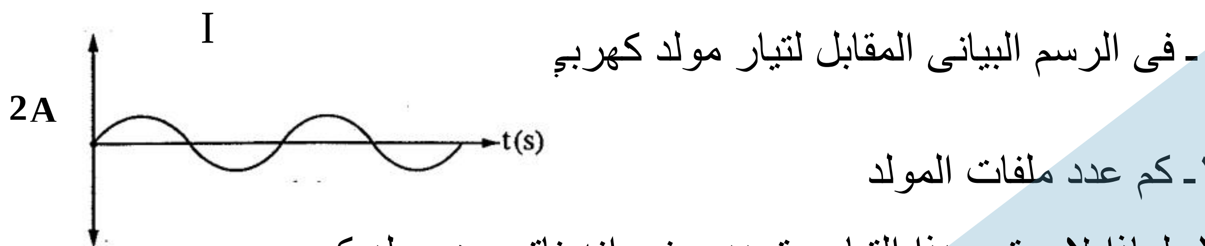



ـ فى الرسم البيانى المقابل لتيار مولد كهربي




١ـ كم عدد ملفات المولد

٢ـ لماذا لا يعتبر هذا التيار متردد رغم انه ناتج من مولد كهربي

٣ـ ما هي القيمه الفعاله لها التيار

٤ـ لماذا القيمه المتوسطه لشدة التيار فى هذه الحاله لا تساوى الصفر

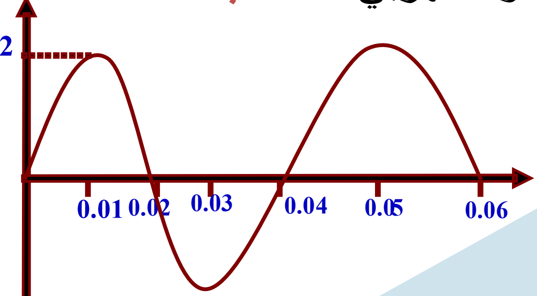
٥ـ اذا مر هذا التيار فى مقاومة $6\Omega$ يكون فرض الجهد بين طرفيها

**ـ علل رغم ان القيمه المتوسطه لشدة التيار المتردد المار فى مقاومه تساوى الصفر الا ان الطاقه الكهربيه المفقودة فى مقاومة بواسطة هذا التيار لا تساوى الصفر ؟**

ـ قارن بين مولد التيار المتردد ومولد التيار المستمر

ـ مولد تيار متردد يعطى تيار قيمته العظمى 10 أمبير يستخدم فى تشغيل جهاز قدرته 2000W احسب مقاومة الجهاز

ـ فى الرسم البيانى المقابل لتيار مولد كهربي ، احسب :




السرعه الزاويه

الشده الفعاله $I_{eff}$

طارق يحيي



## ملاحظات هامة

- لا يوجد بالكتاب المدرسي ما يشير الى متوسط ق .د .ك خلال ¼ او ½ دوره
ولا يوجد ما يشير الى ملف قلب فى مجال
المقرر فقط ما هو بالكتاب وما اشار اليه الكتاب ولو بكلمه
وملتزم بقوانين الكتاب

طارق يحيي



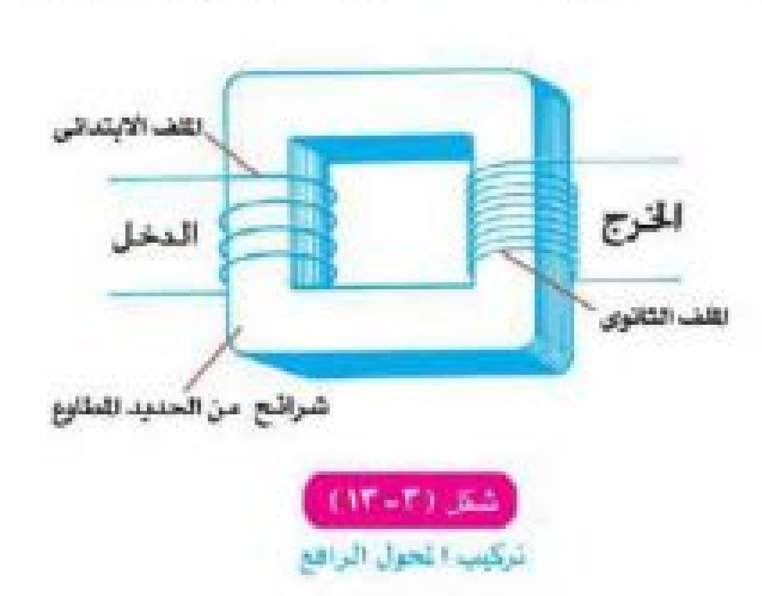



# المحول الكهربي:

## المحول الكهربي Transformer :

المحول الكهربي جهاز تعتمد فكرة عمله على الحث المتبادل بين ملفين ويستخدم لرفع الجهد أو خفضه. فالمحولات المستخدمة في محطات القوى تسمى محولات الجهد العالي وتكون محولات رافعة Up-Converter . والمحولات المستخدمة عند مناطق التوزيع محولات خافضة Down-Converter.

ويتركب المحول الكهربي كما في الشكل (٣-١٣) من ملفين ابتدائي وثانوي. والملفان ملفوفان حول قلب من الحديد يتكون من شرائح رقيقة معزولة عن بعضها




شكل (٣-١٣)
تركيب المحول الرافع

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

١ـ ماالمقصود بالمحول الكهربي

٢ـ وما هى فكرة عمله

٣ـ وفيما يستخدم

٤ـ وضح برسم تركيب المحول الكهربي

٥ـ لماذا يلف كل من ملفه الابتدائي والثانوى على قلب من الحديد

٦ـ علل يتكون القلب الحديدي من شرائح معزوله

٧ـ ماذا يحدث عند امرار تيار كهربي **متردد** فى الملف الابتدائي






## التوضيح

لنقل الطاقه الكهربيه (التيار الكهربي من محطات التوليد) الى مناطق الاستهلاك تستخدم الاسلاك المعدنيه لكن المشكله ان مع طول الاسلاك يفقد التيار شدته بسبب مقاومتها وتفقد جزء كبير من الطاقه المنقوله ويمكن تقليل الفاقد عن طريق زيادة عدد الاسلاك وزيادة مقطعها ونقاء مادتها مثل النحاس

وهذا مكلف لذا تغلب العلماء على هذه المشكله وعرفوا ان الطاقه المفقوده تزداد بزيادة التيارحيث انها تتناسب مع مربع شدة التيار فاخترعوا المحولات الكهربائيه عند محطات التوليد ترفع قيمه الجهد وتخفض قيمه التيار المنقول فيقل الفاقد

وتلك المحولات المستخدمه عند محطات التوليد تسمي محولات رافعه وعند مناطق التوزيع تستخدم محولات خافضه للجهد

### العلاقة بين القوتين الدافعتين الكهربيتين فى ملفى المحول المثالى

عندما يوصل الملف الإبتدائى بمصدر جهد متردد، يولد التغير فى المجال المغناطيسى قوة دافعة كهربية مستحثة فى الملف الثانوى لها نفس التردد. وتعين القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى الملف الثانوى من العلاقة

$$V_s = -N_s \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

حيث $N_s$ عدد لفات الملف الثانوى و $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ معدل خطوط الفيض المغناطيسى التى تقطعه. كذلك تتولد قوة دافعة كهربية فى الملف الابتدائى وترتبط أيضا بالمعدل الذى يتغير به الفيض. تتزن هذه القوة الدافعة تقريبا مع القوة الدافعة الكهربية للمصدر الخارجى. وقد يستهلك جزء من الجهد داخل مقاومة السلك. وتعمل هذه القوة الدافعة المستحثة. على تحديد قيمة التيار بحيث لا يزداد اكثر من اللازم فيحترق الملف الابتدائي. وتتعين بالتالى من العلاقة :

$$V_p = -N_p \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

حيث $N_p$ عدد لفات الملف الابتدائى.

وبفرض عدم وجود فقد فى الفيض المغناطيسى، بحيث يمر الفيض المغناطيسى الناتج بأكمله فى الملف الثانوى، يمكننا بقسمة العلاقتين السابقتين الحصول على ما يلى:






$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad (٣-١٣)$$

وتدلنا هذه العلاقة على كيفية ارتباط القوة الدافعة للملف الثانوى $V_s$ بالقوة الدافعة للملف الابتدائى $V_p$.

فإذا كان $N_s$ اكبر من $N_p$، يكون لدينا محول رافع للجهد، حيث تكون القوه الدافعة الكهربية للملف الثانوى اكبر من القوة الدافعة الكهربية للملف الابتدائى. على سبيل المثال إذا كان عدد لفات الملف الثانوى ضعف عدد لفات الملف الابتدائى يكون $V_s$ ضعف $V_p$.

وإذا كان $N_s$ اقل من $N_p$ يكون لدينا محول خافض للجهد حيث تكون $V_s$ اقل من $V_p$

**ملاحظات هامة**

**رغم ان فكرة العمل تعتمد علي الحث المتبادل بين ملفين الا اننا هنا لا نستخدم قانون الحث المتبادل**

**ماهي الاسباب ؟**

**اولا:-** هنا الملف الابتدائي يتصل بمصدر متردد يتولد داخله فيض مغناطيسي له نفس التردد

**ثانيا:-** يعمل القلب الحديدي على تركيز هذا الفيض ليقطع الملف الثانوى

**ثالثا:-** تتولد فى الملف الثانوى ق .د .ك مستحقه حسب قانون فارادى

**رابعا:-** نفس خطوط الفيض المتولده فى الملف الابتدائي تولد فيه ايضا ق .د .ك مستحقه حسب قانون فارادى

**خامسا:-** هذه القوه الدافعه التى تولدت فى الملف الابتدائي تتزن مع ق .د .ك للمصدر المتردد المتصل به فلا تسمح لتيار المصدر بالزياده اكثر من اللازم فيحترق الملف

**سادسا:-** اذ لم يوجد فقد فى الطاقه (كل خطوط الفيض المتولده فى الملف الابتدائي قطعت لفات الملف الثانوى) لا نقول $V_s = V_p$

(بسبب اختلاف عدد الملفات في كل من الملف الابتدائي والثانوي)

بل نقول الطاقه المتولده فى الملف الابتدائي = الطاقه فى المتولده الملف الثانوى



## طريقة عمل المحول الكهربى

1. عند اتصال الملف الابتدائى بالمصدر يولد التيار المتردد فيه فيض مغناطيسى متردد له نفس التردد يعمل القلب الحديدى على تركيزه فى الملف الثانوى فيقطع لفاته فتتولد فيه ق د ك مستحثه $V_s$
2. و هذا الفيض يولد ق د ك مستحثه فى الملف الابتدائى $V_p$ تتزن مع ق د ك للمصدر المتردد
3. فى حاله فتح دائرة الملف الثانوى تعمل ق د ك المستحثه فى الابتدائى على تحديد قيمه التيارفيه بحيث لا يزيد عن حد معين فيحترق الملف الابتدائى

## كيف؟

الفيض الناتج عن تيار المتردد يولد ق د ك مستحثه تتزن مع ق د ك للمصدر فيقف مرور التيار تقريبا ما لم يسحب هذا الفيض فى الملف الثانوى

لذلك نقول لا تستهلك طاقه كهربيه فى الملف لانه يخزنها على شكل طاقه مغناطيسيه

## تحولات الطاقه




والسبب مقاومه الاسلاك واهتزاز جزيئات القلب الحديدى التى تسخن قلب المحول والتيارات الدواميه التى تسخن القلب
فيفقدجزء من الطاقه الكهربيه المتحوله وتقل كفاءه المحول الكهربى

س_: هل الملف المتصل ببطاريه : يقف مرور التيار فيه بعد غلق الدائرة مثل الملف المتصل بمصدر متردد



هل الملف المتصل ببطاريه يخزن الطاقه الكهربيه على شكل طاقه مغناطيسيه

لا فى بدايه الامر فقط جزء منها متحول الى طاقه مغناطيسيه



## تحولات الطاقه

طاقه كهربيه من المولد

طاقه مغناطيسيه فى الملف الابتدائي

طاقه كهربيه فى الملف الثانوى

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$$

س : من هذه المعادله متى يصبح المحول رافع للجهد ومتى يكون خافض للجهد؟

**س : ما اهمية استخدام المحولات الرافعه للجهد عند محطات التوليد ؟**

### العلاقة بين شدتى التيارين فى ملفى المحول :

إذا فرضنا عدم وجود فقد فى الطاقة الكهربية فى المحول، فإن قانون بقاء الطاقة يقتضى أن تكون الطاقة الكهربية المستنفدة فى الملف الابتدائى مساوية للطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى اى أن :

$$V_P I_P t = V_s I_s t$$

ومنها تكون قدرة الدخل Input Power مساوية لقدرة الخرج Ouput Power. اى أن :

$$V_P I_P = V_s I_s$$

$$\therefore \frac{V_s}{V_P} = \frac{I_P}{I_s} \qquad (٣-١٤)$$

بالاستعانة بالعلاقتين (11 - 11) و (11 - 12) نجد أن :

$$\frac{I_s}{I_P} = \frac{N_P}{N_s} \qquad (٣-١٥)$$

اى أن شدة التيار فى اى من الملفين تتناسب عكسياً مع عدد لفاته. فمثلاً عندما يكون عدد لفات الملف الثانوى ضعف عدد لفات الملف الابتدائى، فإن شدة تيار الملف الثانوى تساوى نصف شدة تيار الملف الابتدائى.

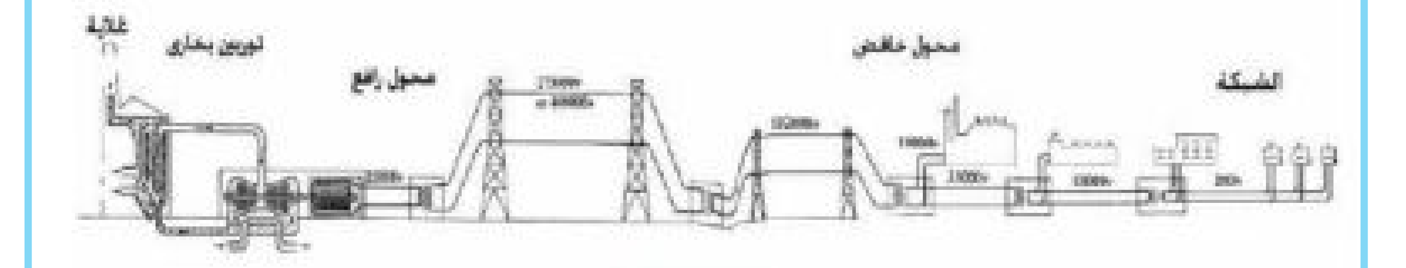
ومن هنا نتبين أهمية استخدام المحول الرافع للجهد عند محطة التوليد الكهربية، حيث

يتم رفع الجهد إلى قيمة عالية، وتقل شدة التيار بالتالى إلى قيمة منخفضة جداً. فيقل معدل الفقد فى القدرة الذى يساوى $I^2R$، حيث I شدة التيار الكهربى المار فى الأسلاك والتى مقاومتها R. لذلك إذا أمكننا خفض التيار الكهربى فى أسلاك النقل بواسطة المحول الرافع للجهد إلى $\frac{1}{100}$ مثلاً من شدة تيار الملف الابتدائى له، فإن الطاقة المفقودة تصل إلى $\frac{1}{10000}$ من الطاقة المفقودة إذا ظل التيار الكهربى فى الملف الابتدائى بنفس شدته الأصلية.

وعند مناطق التوزيع تستخدم محولات خافضة للجهد، حيث يكون فرق الجهد على الملف الثانوى 220 فولت، وهو جهد التشغيل لمصابيح الإضاءة ومعظم الأجهزة الكهربية المستخدمة فى المنازل.

**استنتج العلاقه بين شدتى التيار فى الملفين وعدد اللفات كل منهما**

## استخدامات المحول الكهربى :

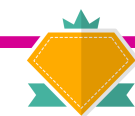



شكل (٣-١٥)
استخدام المحولات فى نقل الطاقة الكهربية



شكل (٣-١٦)
محول عملاق فى محطات الخفض والتوليد

تستخدم المحولات الكهربية لنقل الطاقة الكهربية Transmission من محطات توليدها إلى أماكن استخدامها على مسافات بعيدة عبر أسلاك معدنية دون فقد يذكر فى الطاقة الكهربية، حيث تستخدم محولات رافعة للجهد عند محطات التوليد Generation، ومحولات خافضة للجهد عند مناطق التوزيع (شكل ٣-١٥)، حيث تستخدم المحولات العملاقة فى هذه المحطات (شكل ٣-١٦). كما تستخدم المحولات الكهربية فى بعض الأجهزة المنزلية كالأجراس والثلاجات إلى اخره.






## التوضيح

**بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية**

القدره الكهربيه = الطاقه الكهربيه ÷ الزمن

اى هى معدل فقد الطاقه بالنسبه للزمن

القدره بدلالة المقاومه وشدة التيار = $I^2R$

القدره بدلالة فرق الجهد بين طرفى الموصل وشدة التيار = $IV$

اذا كان مقاومة اسلاك النقل R وشدة التيار المتولد من المولد 100 امبير تكون الطاقه المفقوده فى الثانيه (القدره) 10000 R وات

اما باستخدام المحول لو خفضنا التيار مثلا الى 1 امبير تكون القدره المفقوده 100R وات

*خفض التيار الى 1/100 يؤدي الي خفض الطاقه المفقوده الى 1/ 10000

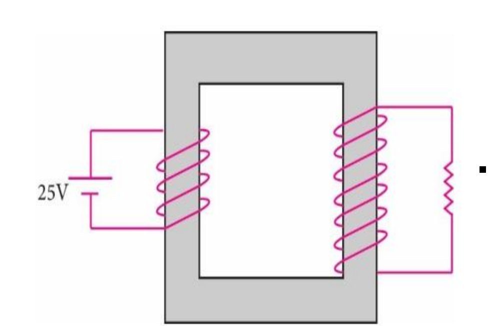
### التيار المنزلى

ما اهمية المحولات الكهربيه غير نقل الطاقه او القدره الكهربيه من محطات التوليد الى مناطق الاستخدام ؟

ج: تستخدم فى بعض الاجهزه الكهربيه المنزليه كالجرس والثلاجه والتليفزيون وغيره

في الشكل المقابل اذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 4 لفات ، وعدد لفات الملف الثانوي 8 لفات فكم يكون فرق الجهد بين طرفي مقاومه الحمل .... .

( أ- 50 V ، ب - 12.5 V ، ج- 0 ، د- 12 V )




ج : لأن الملف الابتدائي للمحول متصل بمصدر تيار مستمر

طارق يحيي

## كفاءة المحول الكهربي :

إذا لم يكن هناك فقد فى الطاقة الكهربية فى المحول . بمعنى ان الطاقة الكهربية المتولدة فى الملف الثانوى تساوى الطاقة الكهربية المستنفذة فى الملف الابتدائى . تكون كفاءة المحول 100% . ومثل هذا المحول غير موجود فى الحياة العملية، إذ يحدث فقد فى الطاقة للأسباب الآتية :

١ - يتحول جزء من الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية فى الأسلاك، ولإنقاص هذا الفقد يفضل استخدام أسلاك معدنية مقاومتها اقل ما يمكن.

٢ - يتحول جزء من الطاقة الكهربية فى القلب الحديدى إلى طاقة حرارية بسبب التيارات الدوامية. وللحد من هذا الفقد يصنع القلب الحديدى من شرائح معزولة من الحديد المطاوع السليكونى لكبر مقاومته النوعية، وذلك للحد من التيارات الدوامية Eddy Currents.

٣ - يتحول جزء من الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية تستنفذ فى تحريك جزيئات القلب الحديدى. وللحد من هذا الفقد، يستخدم الحديد المطاوع السليكونى لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية.

وبصفة عامة إذا كانت الطاقة المفقودة تمثل 10% من الطاقة الكهربية الأصلية تكون كفاءة المحول 90%

وتعرف كفاءة المحول بنسبة الطاقة الكهربية التى نحصل عليها من الملف الثانوى إلى الطاقة الكهربية المعطاة للملف الابتدائى فى نفس الزمن اى ان :

$$\eta = \frac{V_s I_s}{V_p I_p} \times 100 \quad (١٦-٣)$$

## كفاءة المحول

### علل

١- تصنع اسلاك ملفات المحولات من معدن مقاومته النوعية صغيرة

٢- يصنع القلب الحديدي من الحديد المطاوع السليكون

٣- يصنع القلب الحديدي من شرائح معزوله من السليكون

متى تصبح كفاءة المحول 100 %

ماذا تعنى بان محول كهربي كفاءته 80 %

## العلاقات الرياضية

لحساب عدد اللفات أو ق.د.ك المتولدة في محول كهربي :

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

لحساب القدرة الكهربية المفقودة خلال أسلاك نقل الكهرباء :

$$P_W = I^2 R$$

حيث : ( I ) شدة التيار المار في أسلاك النقل ( شدة تيار محطة إنتاج الطاقة الكهربية ).
( R ) مقاومة أسلاك النقل .

**ملحوظه:_** غير مقرر وغير مطلوب اى امثلة على المحول ليست على نمط مثال ١,٢ بالكتاب والتمارين رقم ٩,١٠ فقط ولايوجد طرق للحل غير الوارده بالكتاب المدرسى

طارق يحيي

# أمثلة محلولة

أمثلة :

١ - محول يعمل على مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربية 240V يعطى تياراً شدته 4A وقوته الدافعة الكهربية 900V فما هى شدة تيار المصدر بفرض ان كفاءة المحول 100%؛

الحل :

$$\because \frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$$\therefore \frac{900}{240} = \frac{I_p}{4}$$

$$\therefore I_p = \frac{900 \times 4}{240} = 15\ A$$

٢ - جرس كهربى مركب على محول كهربى كفاءته 80% يعطى 8V إذا كانت القوة الدافعة الكهربية فى المنزل 220V . فما عدد لفات الملف الثانوى، إذا كانت عدد لفات الملف الإبتدائى 1100 لفة وما هى شدة التيار فى الملف الثانوى، إذا كانت شدة التيار فى الملف الابتدائى 0.1A؛

الحل :

$$\eta = \frac{V_s\ I_s}{V_p\ I_p} \times 100$$

$$\eta = \frac{V_s}{V_p} \times \frac{N_p}{N_s} \times 100$$

$$80 = \frac{8}{220} \times \frac{1100}{N_s} \times 100$$

$N_s = 50$ turns (لفة)

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\frac{I_s}{0.1} = \frac{1100}{50}$$

$$I_s = 2.2\ A$$



# تدريبات

محول كهربي خافض للجهد يعمل علي مصدر قوته الدافعه 240V فاذا كان عدد لفات ملفه الابتدائي 5000 لفه وعدد لفات ملفه الثانوي 250 لفه وكانت كفاءه المحول 75% :

أ – احسب مقدار القوه الدافعه الكهربيه المستحثه المتولده في الملف الثانوي

ب ـ أذكر ثلاث طرق يمكن بواسطتها تحسين كفاءه أي محول كهربي

جـ :

$$\eta = \frac{V_S N_P}{V_P N_S} \times 100$$

$$\frac{75}{100} = \frac{V_S \times 5000}{240 \times 250}$$

$$V_S = \frac{75 \times 240 \times 250}{100 \times 5000} = 9\ V$$

**طرق تحسين كفاءه أي محول كهربي**

1 – صنع القالب الحديدي من شرائح من الحديد السيليكوني معزوله عن بعضها البعض

2 – صنع الملفين من أسلاك النحاس

3 – وضع الملف الثانوي داخل الملف الابتدائي

مولد كهربي متردد قوته الدافعه 2000 فولت والتيار الناتج منه 100 امبير وصل محول رافع للجهد كفاءته 80 %

فما قميه القدره المفقوده بواسطه المحول

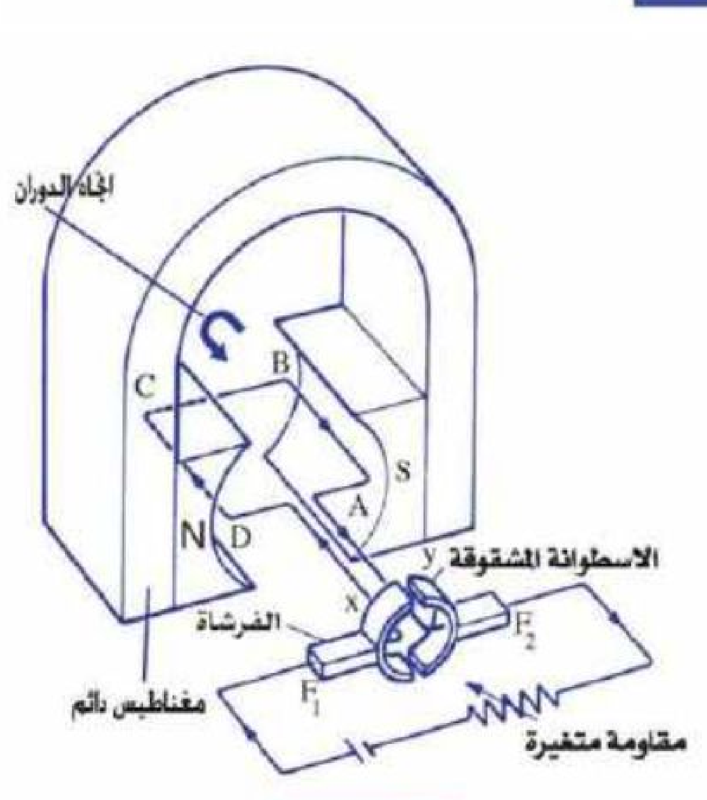
طارق يحيي




# المحرك الكهربي ( الموتور )

## محرك التيار الكهربي المستمر DC Motor

هو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ميكانيكية ويعمل بمصدر كهربي مستمر (مثل البطارية) (شكل ٣ - ١٨). ويتركب في أبسط صورة كما في شكل (٣ - ١٨) من ملف مستطيل (ABCD) يتكون من عدد كبير من لفات سلك نحاس معزول ملفوفة حول قلب من الحديد المطاوع مكون من أقراص رقيقة معزولة عن بعضها للحد من التيارات الدوامية.




شكل (٣ - ١٨)

عمل المحرك (الموتور) المستمر

والملف ومعه القلب الحديدى قابلان للدوران بين قطبى مغناطيس قوى على شكل حذاء الفرس. ويتصل طرفا الملف بنصفى اسطوانة معدنية مشقوقة بالطول Commutator وهما النصفان (x,y)، وهما معزولان عن بعضهما، وقابلان للدوران حول نفس محور دوران الملف. يكون المستوى الفاصل بين نصفى الاسطوانة متعامدا مع مستوى الملف والخط الواصل بين الفرشتين موازيا لخطوط المجال المغناطيسى وعند تشغيل المحرك الكهربى توصل الفرشاتان $F_1$ ، $F_2$ بقطبى بطارية.

**ملاحظات هامة**

طارق يحيى

1. المحرك الكهربى المقرر هو الذى يعمل بتيار مستمر
2. التركيب الموضح سابقا لمحرك يعمل بتيار مستمر





## بعد قراءتك لنص الكتاب المدرسي عليك ان تجيب علي التساؤلات الاتية



1. ما المقصود بالمحرك الكهربى ؟
2. ما هى فكرة عمل المحرك الكهربى ؟
3. وضح برسم تركيب المحرك الكهربى
4. **علل**

القلب الحديدى فى المحرك يقسم الى شرائح معزوله ؟

5. تقعر القطبان المغناطيسيان فى المحرك الكهربى ؟

ما وظيفه الاسطوانه المشقوقه نصفين فى المحرك الكهربى

### المحرك والجلفانومتر

فكرة عمل المحرك الكهربى هى نفسها فكرة عمل الجلفانومتر ذى الملف المتحرك. الاختلاف بينهما أن ملف المحرك الكهربى يجب أن يدور باستمرار فى نفس الاتجاه. فتصميم المحرك الكهربى يقتضى أن يغير نصفا الاسطوانة المعدنية x,y موضعيهما بالنسبة للفرشتين $F_1$ , $F_2$ كل نصف دورة. ويترتب على هذا أن التيار الكهربى المار فى ملف المحرك الكهربى يعكس اتجاهه فى الملف كل نصف دورة.

### فكر

**الاختلاف بين الجلفانومتر والمحرك فى**

1. القلب الحديدى عبارة عن شرائح معزوله غير الجلفانومتر
2. المجال فى الجلفانومتر انصاف اقطار
3. المحرك يستمر فى الدوران
4. الجلفانومتر فيه التيار فى اتجاه واحد





**5 لماذا نصفى الاسطوانه ولماذا نجعل التيار يعكس اتجاهه فى الملف كل نصف دورة**

جـ :السبب ليظل عزم الازدواج المؤثر عليه فى نفس الاتجاه متواجد دائما ويستمر فى الدوران

## شرح العمل خلال دورة كاملة للملف :

نبدأ بوضع يكون فيه مستوى الملف موازيا لخطوط الفيض المغناطيسي وتكون فيه الفرشاة $F_1$ المتصلة بالقطب الموجب للبطارية ملامسة لنصف الاسطوانة (x)، والفرشاة $F_2$ المتصلة بالقطب السالب للبطارية ملامسة لنصف الاسطوانة (y) كما فى الشكل (٣-١٨). فيمر التيار الكهربى فى الملف فى الإتجاه (DCBA). وبتطبيق قاعدة اليد اليسرى لفليمنج تتبين ان القوة المؤثرة على السلك (AB) يكون إتجاهها إلى أعلى، والقوة المؤثرة على السلك (CD) يكون إتجاهها إلى أسفل. وينشأ عن هاتين القوتين ازدواج Couple يعمل على دوران الملف فى الاتجاه المبين بالرسم (شكل ٣-١٨). ومع دوران الملف يقل عزم الازدواج تدريجيا حتى ينعدم عندما يصبح مستوى الملف عموديا على إتجاه خطوط الفيض. لكن الملف مدفوعا بقصوره الذاتى Inertia يستمر فى دورانه. حتى يكون النصفان (x,y) قد تبادلا موضعيهما بالنسبة للفرشتين $F_1$ ، $F_2$ حيث يصبح نصف الاسطوانة (x) ملامسا الفرشاة $F_2$، ونصف الاسطوانة (y) ملامسا الفرشاة $F_1$، فينعكس إتجاه التيار فى الملف، ويمر فى الاتجاه (ABCD). وبتطبيق قاعدة اليد اليسرى لفليمنج فى هذا الوضع الجديد، نتبين ان القوة المؤثرة على السلك (AB) تكون إلى أسفل، بينما القوة المؤثرة على السلك (CD) تكون إلى أعلى. ويعمل الازدواج الناشىء من هاتين القوتين على إستمرار دوران الملف فى نفس الإتجاه الدائرى السابق. ويزداد عزم الازدواج تدريجيا حتى يصل إلى نهايته العظمى، عندما يكون مستوى الملف موازيا لخطوط الفيض، ثم يقل عزم الإزدواج حتى ينعدم عندما يكون مستوى الملف عموديا على خطوط الفيض، وبالقصور الذاتى يستمر الملف فى حركته قليلا، بما يسمح لنصفى الاسطوانة (x,y) أن يتبادلا موضعيهما بالنسبة للفرشاتين $F_1$ ، $F_2$، فينعكس التيار الكهربى مرة أخرى فى الملف. ويستمر الملف فى الدوران فى نفس الاتجاه، ويزداد عزم الازدواج تدريجيا حتى يصل إلى نهايته العظمى، عندما يكون مستوى الملف موازيا لخطوط الفيض، ويكون الملف قد أتم دورة كاملة. ويتكرر ما حدث، ويستمر الملف فى الدوران.






**لماذا تلامس الفرشتان الشق العازل عندما يكون مستوى الملف عمودى على المجال؟**

← :لان فى هذا الوضع يكون عزم الازدواج صفر يعنى اتجاه العمودي علي الملف المحرك موازي للمجال ومع ذلك يستمر فى الدوران بسبب القصور الذاتى للملف لذلك يتكون الملف من عدد كبير من اللفات على قلب حديدى ثقيل ليزيد من قصوره الذاتى

وللاحتفاظ بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمى نستخدم عدة ملفات بين مستوياتها زوايا صغيرة متساوية. ويتصل طرف كل ملف بقطعتين متقابلتين من أسطوانة معدنية مشقوقة إلى عدد من القطع يساوي ضعف عدد الملفات. بحيث يلامس كل قطعتين متقابلتين من الاسطوانة المشقوقة اثناء دورانها الفرشاتان $F_1$ ، $F_2$ فى وضع اقصى عزم ازدواج.

## التوضيح

**ولانتظام حركه الدوران والاحتفاظ بعزم دوران ثابت تستخدم عدة ملفات بين مستوياتها زوايه صغيره متساويه وتقسم الاسطوانه الى اجزاء ضعف عدد الملفات**
**بحيث تلامس الفرشتان اى قطعتين من الاسطوانه لاى ملف عندما يكون هذا الملف عند اقصى عزم اذدواج مؤثر عليه**

## أمثلة محلولة

**اذكر احد العوامل التي يمكنها :**

1. زيادة قدرة المحرك الكهربي

← :استبدال الملف بعدة ملفات بين مستوياتها زاويا صغيرة متساوية ومتصلة بحلقة مشقوقة الى عدة شقوق بحيث يكون عدد الشقوق ضعف عدد الملفات

**متي تكون القيم الاتية مساوية للصفر**

3. التيار المار في الموتور ( المحرك ) اثناء الدوران

طارق يحيي

← :عندما يكون الملف عمودي على المجال حيث تلامس الفرشتان المادة العازلة والتي توجد بين نصفي الحلقة



## في الشكل المقابل / اجب عن الأسئله التاليه



2

1. ما اسم الجهاز الذي أمامك ؟
2. أذكر اسم المكون الذي يشير اليه أ ، ب
3. ما وظيفه الجزء المشار اليه بالرمز ب
4. حدد اتجاه دوران الملف

جـ :

1. المحرك الكهربي ( الموتور )
2. أ - هو فرشاه من الجرافيت
   ب - هو اسطوانه معدنيه مشقوقه نصفين وبينهما عازل
3. جعل الملف يدور في اتجاه واحد
4. مع حركه عقارب الساعه



علل لما يأتي

4

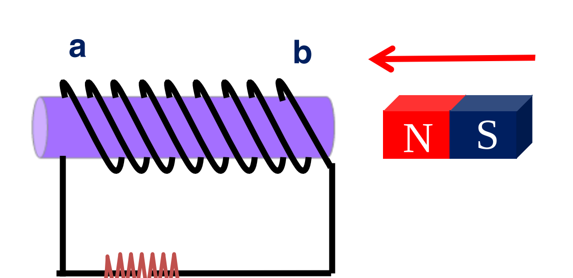
**استمرار دوران ملف الموتور الكهربي في اتجاه واحد**

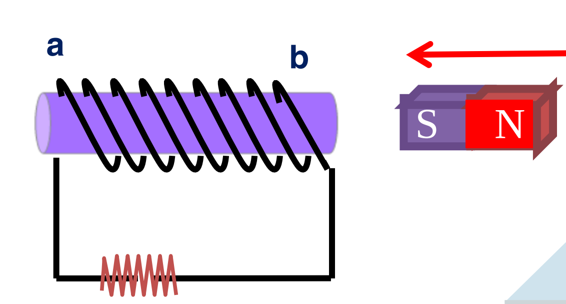
نصفا الحلقة تعمل على تغير اتجاه التيار كل نصف دورة فتغير القوة اتجاهها ويستمر عزم الازدواج ويعمل القصور الذاتي على استمرار الدوران عند مرور الملف بالوضع العمودي

طارق يحيي

# تدريبات الفصل الثالث

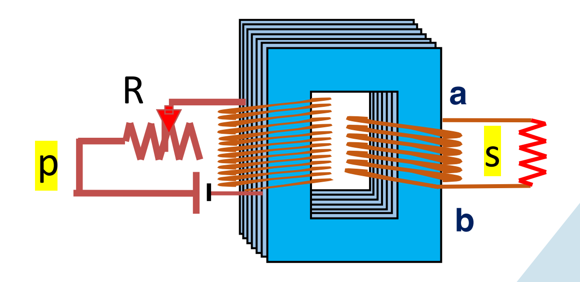
- طبقا لقاعدة لنز حدد اتجاه القوة الدافعة فى الملف اثناء تقريب المغناطيس من الملف فى كل حالة




طبقا لقاعدة لنز حدد اتجاه ( ق د ك ) المستحثة فى الملف الثانوى لخطة

1- زيادة R 2- نقص R فى الملف الابتدائى



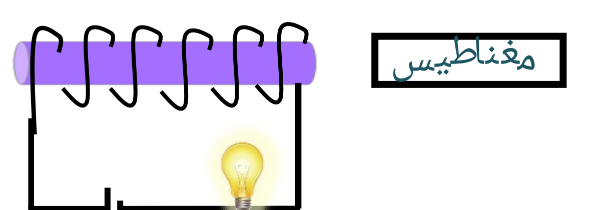

- فى اى الحالات الاتية تزداد اضاءة المصباح

1- تقريب القطب الشمالى

2 تقريب القطب الجنوبى

3- ابعاد القطب الشمالى

4- ابعاد القطب الجنوبي




طارق يحيي

اذا زادت $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ فى ملف فإن

معامل حثه الذاتى L ( لايتغير - يقل - يزداد )

اذا زادت $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ فى الملف الابتدائى فإن

معامل الحث المتبادل بينه وبين الملف الثانوى ( لايتغير – يقل – يزداد )

- ملفان متجاوران ومتماثلان الحث الذاتى لكل منهما 0.5H اذا تولدت ( ق د ك ) 200V فى احدهم يتولد فى الاخر 100V فى هذه الحالة يكون معامل الحث المتبادل بينهم

( 1H – 0.5H – 0.25H - 2H )

تستخدم شركة توزيع الكهرباء محول رافع للجهد بنسبة 0.001 وخافض للتيار بنسبة 0.00001 عند محطة توليد تكون كفاءة المحول المستخدم ..

( 90% - 50% - 100% - 10% )

القيمة المتوسطة لشدة التيار خلال الدورة الدورة الناتج من الدينامو بعد استبدال الحلقان بنصفى اسطوانة معزولين تساوى ........

( $I_{eff}$ - $I_{max}$ - صفر )

خلال ربع دورة لملف الدينامو الذى يعطى ق . د . ك تمثل بالمعادلة

**emf=** 200 **sin θ**

تكون القدرة المنفردة فى مقاومة 100 هى ...........

(20w -200w – 2000w – 20000w )

طارق يحيي

**ملاحظة هناك فرق بين القيمة اللحظية وقيمتها خلال ربع أو نصف دورة فى الحالة الأخيرة تستخدم القيمة الفعالة لتحسب القدرة .**

## نموذج امتحان على الفصل الثالث من امتحانات السنوات السابقة

ما الفكرة او الطريقة التي تمكن العلماء بها من .......؟

تقليل تيارات الحث في القلب المعدني للمحول الكهربي

تقويم اتجاه التيار الناتج من الدينامو

اذكر اسم القاعدة التى تحدد :-

المجال المغناطيسي داخل ملف حلزوني يحمل تيار كهربي لحظة قطع التيار عنه

اتجاه التيار المستحث في ملف

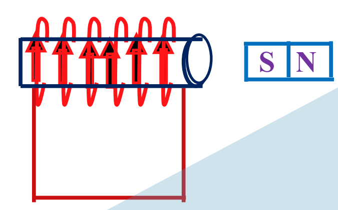
اتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم

ما معنى قولنا ان

ق.د. ك المستحثة في الملف عندما تتغير فيه شدة التيار بمعدل واحد امبير/ثانية = 0.2 V

-وضح بالرسم كامل البيانات احد حالات تجربة فاراداي في الحث الكهرومغناطيسي مسجلا على الرسم :

اتجاه الحركة النسبية بين المغناطيس والملف اتجاه التيار المستحث في الملف قطبية نهايتي الملف




متي تكون القيم الاتية مساوية للصفر

متوسط القوة الدافعة الكهربية المتولدة في ملف الدينامو اثناء الدوران

القوة الدافعة الكهربية المستحثة في ملف لحظة غلق او فتح دائرته

انعدام القدرة الكهربية المستنفذة في الملف الابتدائي لمحول كهربي مثالي رغم توصيله بمصدر متردد

التيار المار في الموتور ( المحرك ) اثناء الدوران

ما النتائج المترتبة على

توصيل الملف الابتدائي لمحول كهربي خافض الجهد مع مصباح (x) ومصدر تيار مستمر وتوصيل مصباح (y) بين طرفي ملفه الثانوي

فتح دائرة مغناطيس كهربي

طارق يحيي



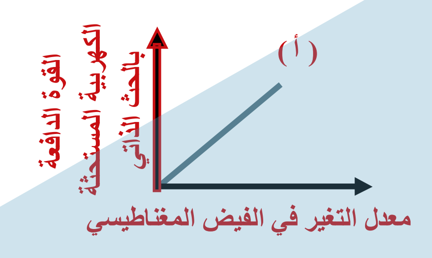


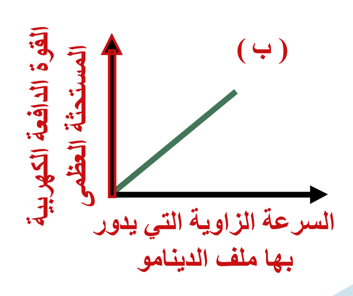

اذكر احد العوامل التي يمكنها : -
زيادة الحث الذاتي لملف
زيادة القوة الدافعة العظمي في ملف الدينامو
زيادة معامل الحث المتبادل بين ملفين متجاورين
تقليل فقد الطاقة الكهربية خلال المحول الكهربي
زيادة قدرة المحرك الكهربي
نقل القدرة الكهربية من اماكن انتاجها الى اماكن توزيعها باقل فقد ممكن في الطاقة الكهربية

علل لما يأتي:
توجد اسطوانة مشقوقة الى نصفين معزولين متصلة بطرفي المحرك الكهربي
يوجد ملف حث في دائرة مصباح الفلورسنت
تتولد التيارات الدوامية في القلب الحديدي للمحول الكهربي
استمرار دوران ملف الموتور الكهربي في اتجاه واحد
صناعة قلب المحول من الحديد المطاوع السيليكوني

اكمل الحث الذاتي لملف حلزوني ..................الحث الذاتي له عندما نضغط على اتجاه محوره وتتقارب لفاته

اوجد ما يدل عليه الميل :-




قارن بين

| وجه المقارنة | الدينامو | الموتور |
|---|---|---|
| دور الاسطوانة المتصلة بالملف ومشقوقة الى نصفين معزولين | | |

ما النتائج المترتبة على نقل الطاقة الكهربية لمسافات كبيرة مباشرة دون استخدام محولات كهربية ؟



سلك مستقيم طوله 0.2 m موضوع عموديا على اتجاه مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.2 T تحرك السلك بسرعة منتظمة 4 m/s فتولدت بين طرفيه قوة دافعة مستحثة 0.08 V احسب الزاوية بين اتجاه حركة السلك واتجاه المجال المغناطيسي

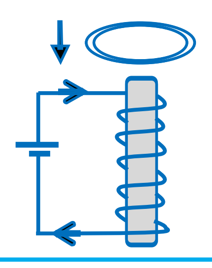





أيهما اكبر قيمة ؟ ولماذا ؟
زمن نمو التيار في السلك المستقيم أم زمن نموه عند اعادة تشكيله على شكل ملف حلزوني واتصاله بنفس البطارية

متي يحدث الاتي :-
emf اللحظية في ملف الدينامو = emf الفعالة الناتجة من نفس الدينامو
emf-اللحظية في ملف الدينامو = نصف emf العظمى

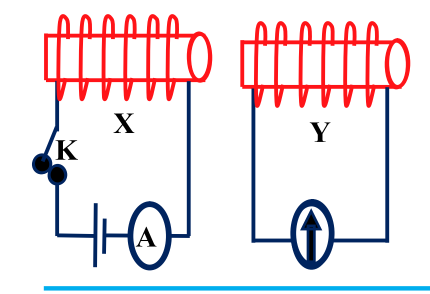
في الشكل المقابل




سلك على شكل زاوية قائمة كيف يتحرك السلك حتي :-
يَتولد تيار مستحث في السلك ab فقط
يتولد تيار مستحث في السلك bc فقط
لا يتولد تيار مستحث في اي من السلكين

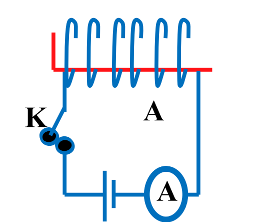
يبين الشكل حلقة معدنية تسقط سقوطا حرا باتجاه الملف الحلزوني
حدد اتجاه التيار المستحث في الحلقة عند النظر الي وجهها العلوي
ما القاعدة المستخدمة في تحديد اتجاه التيار المستحث
اذكر طريقة لتغيير اتجاه التيار المستحث في الحلقة عند اسقاطها مرة اخرى

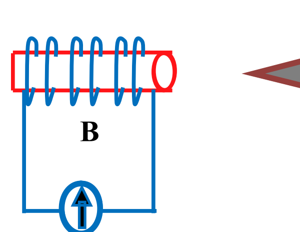
في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل :
الملف X متصل على التوالي بعمود كهربي واميتر ومفتاح والملف Y متصل بجلفانومتر حساس وصفر تدريجه عند المنتصف
أ- لماذا ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظة غلق المفتاح ؟
ب- اذكر احد التعديلات التي يمكن ان تجربها على الملفين لزيادة مقدار انحراف مؤشر الجلفانومتر

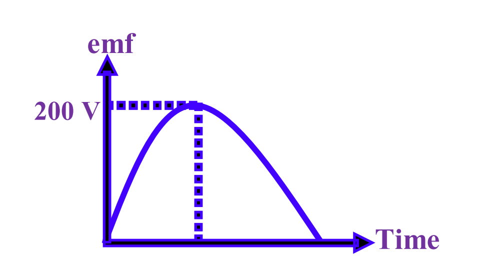



اذكر خاصيتين فقط ٢ـ القلب الحديدي في المحول الكهربي
اذكر وظيفة الفرشتان في المحرك الكهربي
ما الفكرة العلمية التي بني عليها عمل : المحرك الكهربي المولد الكهربي

في الشكل المقابل ما نوع القطب المغناطيسي الجنوبي للابرة المغناطيسية المقابل للملف B في الحالات الاتية
لحظة قفل دائرة الملف A



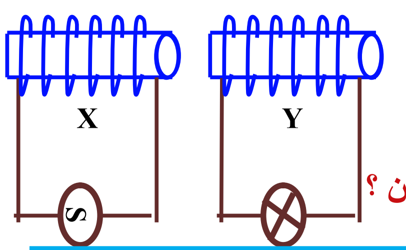





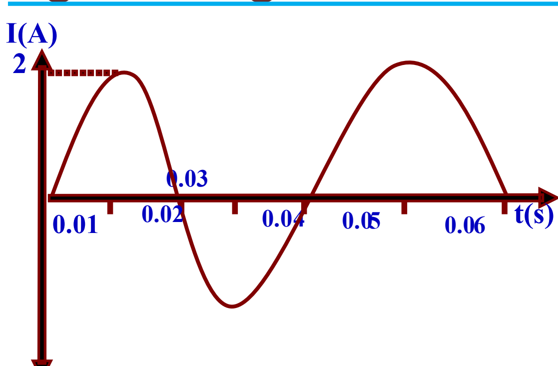

يبين الشكل البياني
القوة الدافعة الكهربية emf المتولدة
في ملف الدينامو استخدم البيانات في الشكل لايجاد متوسط القوة
الدافعة الكهربية خلال $^1/_4$ دورة من دورات ملفه

اذكر خاصيتين فقط ٢ ـ القلب الحديدي في المحول الكهربي

اذكر وظيفة الفرشتان في المحرك الكهربي




في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل :
لملف X متصل بدينامو تيار متردد والملف Y متصل بمصباح متوهج
ماذا يحدث لاضاءة المصباح عند :
- زيادة تردد الدينامو ؟ ب ـ ادخال ساق من الحديد المطاوع في كل من الملفين ؟




ـ الشكل المقابل :
يبين العلاقة بين شدة التيار (I) الناتج من دينامو بسيط
مقاومة ملفه 10 Ω وزمن دوران ملفه (t) اوجد كل من : -
القيمة الفعالة لشدة التيار
القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربية
السرعة الزاوية
كثافة الفيض المغناطيسي
اذا كانت عدد لفات الملف 100 لفة ومساحة مقطعها $20\ cm^2$

اذكر تطبيقا واحدا لـــ :
الحث المتبادل بين ملفين التيارات الدوامية الحث الذاتي

اختر الاجابة الصحيحة
في لحظة تولد القو الدافعة الكهربية العظمى في ملف الدينامو تكون الزاوية بين مستوى الملف واتجاه الفيض
المغناطيسي ......... $(90^o - 45^o - 0^o)$

في اللحظة التي يكون فيها ملف دينامو التيار المتردد موازيا لاتجاه الفيض المغناطيسي يكون الفيض المغناطيسي خلال الملف (ϕ) والقوة الدافعة المستحثة (E) في الملف :

| | (ϕ) | (E) |
|---|---|---|
| ١ | قيمة عظمى | صفر |
| ٢ | صفر | قيمة عظمى |
| ٣ | قيمة عظمى | قيمة عظمى |
| ٤ | صفر | صفر |

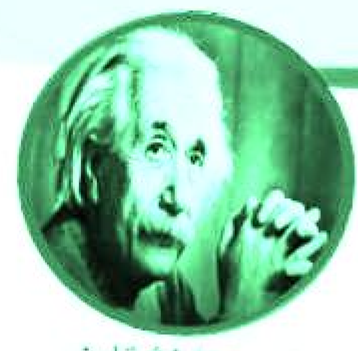









# الفيزياء



البرت اينشتاين



احمد زويل



جون فين



رذر فورد